

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC978 U.S. PTO
09/964697
09/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 1月16日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-007924

出 願 人
Applicant (s):

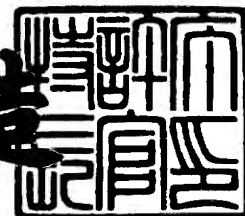
三菱電機株式会社

#3
Priority
C. H. H. H.
11-2-01

2001年 2月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3005159

【書類名】 特許願

【整理番号】 529051JP01

【提出日】 平成13年 1月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 浅尾 淑人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 大橋 篤志

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100071629

【弁理士】

【氏名又は名称】 池谷 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100081916

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷 正久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用交流発電機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ケースに回転可能に支持されたシャフトと、電流を流して磁束を発生する界磁巻線および該界磁巻線の外周側に周方向に複数配設されて該界磁巻線で発生した磁束により着磁される爪状磁極を有し、上記シャフトに固着された回転子と、軸方向に延びるスロットが周方向に並んで複数形成され、上記回転子を内包するように上記ケースに支持された円筒状の固定子鉄心およびこの固定子鉄心に巻装された固定子巻線を有する固定子とを備え、

上記固定子鉄心は、磁性鋼板を積層して構成され、円筒状の基部と、該基部から軸心に向かって延設された複数のティース部と、上記基部および隣り合う上記ティース部により画成された複数の上記スロットとを有し、

上記回転子の回転により冷却風が径方向の内周側から通風される通風路が上記固定子巻線のコイルエンド群と上記固定子鉄心の上記ティース部とにより形成され、

上記ティース部の径方向長さ h_t と幅 b_t とが、 $0.15 < b_t / h_t < 0.4$ を満足するように形成されていることを特徴とする車両用交流発電機。

【請求項 2】 冷却ファンが上記回転子の軸方向端面に固着されていることを特徴とする請求項 1 記載の車両用交流発電機。

【請求項 3】 排気孔が、上記ケースの径方向側面に、上記通風路に対応するように形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の車両用交流発電機。

【請求項 4】 上記冷却ファンのブレードの軸方向の全域が、上記コイルエンド群と径方向に関してほぼ重なっていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載の車両用交流発電機。

【請求項 5】 上記固定子巻線が振り分け巻で上記固定子鉄心に巻装されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の車両用交流発電機。

【請求項 6】 上記固定子巻線は、電気導体を所定スロット毎の上記スロット内にスロット深さ方向に内層と外層とを交互にとるように巻装された複数の巻

線で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の車両用交流発電機。

【請求項 7】 上記スロットが毎極每相当り 2 個以上の割合で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の車両用交流発電機。

【請求項 8】 上記通風路の配列ピッチが不等ピッチであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の車両用交流発電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、車両用交流発電機に関し、特に固定子巻線のコイルエンド群と固定子鉄心のティース部とにより形成される冷却風の通風路に冷却風を通風させて固定子の冷却性を高めた車両用交流発電機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 2 2 は従来の車両用交流発電機を示す断面図、図 2 3 は従来の車両用交流発電機に適用される固定子を示す斜視図、図 2 4 は従来の固定子鉄心の製造方法を説明する模式図、図 2 5 は従来の固定子鉄心を示す平面図である。

【0003】

図 2 2 および図 2 3 において、従来の車両用交流発電機は、アルミニウム製のフロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 から構成されたケース 3 と、このケース 3 内に設けられ、一端部にプーリ 4 が固定されたシャフト 6 と、このシャフト 6 に固定されたランデル型の回転子 7 と、この回転子 7 の軸方向両端部に固定された冷却ファン 5 と、回転子 7 を包囲するようにケース 3 に固定された固定子 8 と、シャフト 6 の他端部に固定されて回転子 7 に電流を供給するスリップリング 9 と、スリップリング 9 の表面に摺動する一対のブラシ 1 0 と、このブラシ 1 0 を収納するブラシホルダ 1 1 と、固定子 8 に電気的に接続され、固定子 8 で生じた交流を直流に整流する整流器 1 2 と、ブラシホルダ 1 1 に嵌着されたヒートシンク 1 7 に取り付けられて、固定子 8 で生じた交流電圧の大きさを調整する

レギュレータ 1 8 とを備えている。

【 0 0 0 4 】

回転子 7 は、電流を流して磁束を発生する界磁巻線 1 3 と、この界磁巻線 1 3 を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成される一対のポールコア 2 0、2 1 とを備えている。そして、一対のポールコア 2 0、2 1 は、鉄製で、それぞれ最外径面形状を略台形形状とする爪状磁極 2 2、2 3 が外周縁部に周方向に等角ピッチで突設されてなり、これらの爪状磁極 2 2、2 3 を噛み合わせるように対向させてシャフト 6 に固着されている。

【 0 0 0 5 】

固定子 8 は、軸方向と平行に延びるスロット 3 3 が周方向に等角ピッチで配設された円筒状の固定子鉄心 1 5 と、固定子鉄心 1 5 のスロット 3 3 に巻装された固定子巻線 1 6 とから構成されている。この固定子巻線 1 6 は、絶縁被覆された円形断面の銅線材からなる電気導体としての導体線 2 9 を 3 スロット毎のスロット 3 3 に波状に巻装してなる 3 相分の波巻き巻線から構成されている。そして、各相の波巻き巻線は、巻装されるスロット 3 3 が互いに 1 スロットづつずれて固定子鉄心 1 5 に巻装されている。さらに、各相の波巻き巻線は導体線 2 9 を振り分け巻きに巻装して形成されている。この固定子 8 は、爪状磁極 2 2、2 3 の外周面と固定子鉄心 1 5 の内周面との間に均一なエアギャップを形成するようにフロントブラケット 1 とリヤブラケット 2 とに挟持されている。

なお、回転子 7 の磁極数は 1 2 であり、固定子鉄心 1 5 には 3 6 個のスロット 3 3 が形成されている。即ち、毎極毎相当りのスロット数は 1 である。そして、固定子巻線 1 6 は、3 相分の波巻き巻線を交流結線（例えば Y 結線）した 3 相交流巻線に形成されている。

【 0 0 0 6 】

ここで、固定子鉄心 1 5 の製造方法について図 2 4 を参照しつつ説明する。

まず、長尺の磁性鋼板 3 0 がプレス加工機（図示せず）に供給され、ティース部 3 0 a と基部 3 0 b とが形成される。ついで、この磁性鋼板 3 0 が鉄心製造装置（図示せず）に供給される。そこで、ピン 3 4 が図 2 4 に示されるようにティース部 3 0 a と基部 3 0 b とで画成される隙間 3 0 c に噛み合っ

を曲げつつ螺旋状に巻き重ねる。そして、磁性鋼板 3 0 が所定厚みまで積層された後、切断される。このようにして巻き重ねられた磁性鋼板 3 0 の外周部が溶接されて、図 2 5 に示される固定子鉄心 1 5 を得る。ここで、巻き重ねられた磁性鋼板 3 0 では、ティース部 3 0 a および基部 3 0 b がそれぞれ積層方向に重ねられている。

【 0 0 0 7 】

このように作製された固定子鉄心 1 5 では、図 2 5 に示されるように、円筒状の基部 3 2 と、それぞれ基部 3 2 の内周面から軸心に向かうように延設されたティース部 3 1 と、基部 3 2 と隣り合うティース部 3 1 とにより面成されたスロット 3 3 とを備えている。そして、ティース部 3 1 は基部 3 2 の内周面に等角ピッチで配列されている。

【 0 0 0 8 】

このように構成された従来の車両用交流発電機では、バッテリー（図示せず）からブラシ 1 0、スリップリング 9 を通じて界磁巻線 1 3 に電流が供給されて磁束が発生する。この磁束により、ポールコア 2 0 の爪状磁極 2 2 が N 極に着磁され、ポールコア 2 1 の爪状磁極 2 3 が S 極に着磁される。

一方、エンジンによってプーリ 4 が駆動され、シャフト 6 によって回転子 7 が回転される。この回転子 7 の回転により、回転磁界が固定子鉄心 1 5 に与えられ、固定子巻線 1 6 に起電力が発生する。そして、固定子巻線 1 6 に発生した交流の起電力が整流器 1 2 により直流に整流されるとともに、その出力電圧の大きさがレギュレータ 1 8 により調整され、バッテリーに充電される。

【 0 0 0 9 】

ここで、界磁巻線 1 3、固定子巻線 1 6、整流器 1 2 およびレギュレータ 1 8 は、発電中、常に発熱しており、定格出力電流 1 0 0 A クラスの車両用交流発電機では、温度的に高い回転ポイントで、それぞれ 6 0 W、5 0 0 W、1 2 0 W、6 W の発生熱量がある。

そこで、発電により発生する熱を冷却するために、吸気孔 1 a、1 b がフロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 の軸方向端面に穿設され、排気孔 1 b、2 b がフロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 の径方向側面に固定子巻線

1 6 のコイルエンド群 1 6 f、1 6 r に相対するように穿設されている。

これにより、回転子 7 の回転に伴って冷却ファン 5 が回転駆動され、外気が吸気孔 1 a、2 a からケース 3 内に吸気されて軸方向に回転子 7 側に流れ、ついで冷却ファン 5 により遠心方向に曲げられ、その後コイルエンド群 1 6 f、1 6 r を横切って排気孔 1 b、2 b から外部に排気される冷却風流路が形成される。また、回転子 7 のフロント側およびリヤ側の圧力差に起因して、フロント側から回転子 7 内を流れてリヤ側に流れる冷却風流路が形成される。

その結果、固定子巻線 1 6 で発生した熱がコイルエンド群 1 6 f、1 6 r から冷却風に放熱され、固定子 8 の温度上昇が抑えられる。また、整流器 1 2 およびレギュレータ 1 8 で発生した熱がヒートシンク 1 2 a、1 7 を介して冷却風に放熱され、整流器 1 2 およびレギュレータ 1 8 の温度上昇が抑えられる。さらに、界磁巻線 1 3 で発生した熱が回転子 7 内を流れる冷却風に放熱されて、回転子 7 の温度上昇が抑えられる。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

このように構成された従来の車両用交流発電機では、最大の発熱部品である固定子巻線 1 6 の温度上昇を抑えることが重要となっている。そして、冷却ファン 5 および回転子 7 によって形成される冷却風が、径方向の内周側から固定子巻線 1 6 のコイルエンド群 1 6 f、1 6 r を通風することで、固定子巻線 1 6 での発熱がコイルエンド群 1 6 f、1 6 r から冷却風に放熱されて、固定子 8 の温度上昇が抑えられている。

【 0 0 1 1 】

ここで、実機では、最悪の運転条件で 9 0 ℃ の雰囲気温度となる。また、固定子鉄心 1 5 のスロット 3 3 内に含浸されて固定子鉄心 1 5 と固定子巻線 1 6 とを結合しているワニスの軟化温度は 2 3 0 ℃ である。そこで、雰囲気温度上昇による界磁電流低下による出力の低下を考慮すると、雰囲気温度 9 0 ℃ での温度上昇値を 1 4 0 ℃ 以下に抑えれば、最悪の運転条件になっても固定子 8 の温度がワニスの軟化温度を越えることが避けられることになる。そして、雰囲気温度 9 0 ℃ での温度上昇値 1 4 0 ℃ は雰囲気温度 2 0 ℃ での温度上昇値 1 7 0 ℃ に相当して

いる。

そして、ワニスが軟化温度に達すると、熱劣化が促進されるとともに、固定子鉄心 1 5 と固定子巻線 1 6 との結合が緩むことになる。固定子鉄心 1 5 と固定子巻線 1 6 との結合の緩みは、固定子巻線 1 6 の導体線 1 9 と固定子鉄心 1 5 との擦れをもたらし、導体線 2 9 の絶縁被膜を損傷させて電気絶縁性を悪化させることになる。

【 0 0 1 2 】

そこで、本出願人は、固定子巻線 1 6 のコイルエンド群 1 6 f、1 6 r と固定子鉄心 1 5 の端面との間の隙間を通風する通風路に着目し、この通風路を規定するティース部 3 1 の幅 b_t と径方向長さ h_t との比 (b_t / h_t) が固定子巻線 1 6 の冷却性に影響することを見出した。

【 0 0 1 3 】

しかしながら、これまで、ティース部 3 1 の幅 b_t と径方向長さ h_t との比 (b_t / h_t) について何ら考慮されていなかった。そして、従来の車両用交流発電機には、例えば図 2 6 に示されるように $b_t / h_t \approx 0.42$ の固定子鉄心 1 5 ($b_t = 4.8 \text{ mm}$ 、 $h_t = 11.4 \text{ mm}$) が採用されていた。この車両用交流発電機を全負荷で発電させ、出力が安定した状態で、固定子 8 の飽和温度を測定し、飽和温度の実験雰囲気温度 (20°C) からの温度上昇値を算出したところ、 173°C であった。従って、従来の車両用交流発電機においては、最悪の運転条件では、固定子 8 の温度がワニスの軟化温度を超えてしまい、熱劣化が進み、かつ、電気絶縁性が悪化してしまうという課題があった。

【 0 0 1 4 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、ティース部の幅 b_t と径方向長さ h_t との比 (b_t / h_t) を適正に設定して固定子巻線の放熱性を向上させ、最悪の運転条件においても、固定子温度をワニスの軟化温度以下として、熱劣化耐力を向上して、電気絶縁性の悪化を抑えることができる車両用交流発電機を得ることを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る車両用交流発電機は、ケースに回転可能に支持されたシャフトと、電流を流して磁束を発生する界磁巻線および該界磁巻線の外周側に周方向に複数配設されて該界磁巻線で発生した磁束により着磁される爪状磁極を有し、上記シャフトに固着された回転子と、軸方向に伸びるスロットが周方向に並んで複数形成され、上記回転子を内包するように上記ケースに支持された円筒状の固定子鉄心およびこの固定子鉄心に巻装された固定子巻線を有する固定子とを備え、上記固定子鉄心は、磁性鋼板を積層して構成され、円筒状の基部と、該基部から軸心に向かって延設された複数のティース部と、上記基部および隣り合う上記ティース部により画成された複数の上記スロットとを有し、上記回転子の回転により冷却風が径方向の内周側から通風される通風路が上記固定子巻線のコイルエンド群と上記固定子鉄心の上記ティース部とにより形成され、上記ティース部の径方向長さ h_t と幅 b_t とが、 $0.15 < b_t / h_t < 0.4$ を満足するように形成されているものである。

【 0 0 1 6 】

また、冷却ファンが上記回転子の軸方向端面に固着されているものである。

【 0 0 1 7 】

また、排気孔が、上記ケースの径方向側面に、上記通風路に対応するように形成されているものである。

【 0 0 1 8 】

また、上記冷却ファンのブレードの軸方向の全域が、上記コイルエンド群と径方向に関してほぼ重なっているものである。

【 0 0 1 9 】

また、上記固定子巻線が振り分け巻で上記固定子鉄心に巻装されているものである。

【 0 0 2 0 】

また、上記固定子巻線は、電気導体を所定スロット毎の上記スロット内にスロット深さ方向に内層と外層とを交互にとるように巻装された複数の巻線で構成されているものである。

【 0 0 2 1 】

また、上記スロットが毎極毎相当たり 2 個以上の割合で形成されているものである。

【 0 0 2 2 】

また、上記通風路の配列ピッチが不等ピッチである。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機を示す断面図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図 3 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子鉄心を示す要部拡大平面図、図 4 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子巻線を構成する 1 相分の巻線を模式的に示す斜視図、図 5 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。なお、各図において、図 2 2 乃至図 2 6 に示された従来の車両用交流発電機と同一または相当部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【 0 0 2 4 】

図 1 乃至図 5 において、固定子 4 0 は、円筒状の固定子鉄心 4 1 と、固定子鉄心 4 1 に巻装された固定子巻線 1 6 とから構成されている。この固定子 4 0 は、爪状磁極 2 2、2 3 の外周面と固定子鉄心 4 1 の内周面との間に均一なエアギャップを形成するようにフロントブラケット 1 とリヤブラケット 2 とに挟持、嵌着されている。

【 0 0 2 5 】

ついで、固定子 4 0 の構造について具体的に説明する。

固定子鉄心 4 1 は、従来の固定子鉄心 1 5 と同様に磁性鋼板 3 0 を積層して作製されており、円筒状の基部 4 3 と、それぞれ基部 4 3 の内周面から軸心に向かうように延設されたティース部 4 2 と、基部 4 3 と隣り合うティース部 4 2 とにより画成されたスロット 4 4 とを備えている。そして、ティース部 4 2 は基部 4 3 の内周面に等角ピッチで配列されている。各ティース部 4 2 は、 $b t / h t =$

0.35 (bt = 4 mm, ht = 11.4 mm) に形成されている。また、スロット 44 は、回転子 7 の磁極数 12 に対し、36 個形成されている。即ち、毎極毎相当りのスロット数は 1 である。

【0026】

固定子巻線 16 は、絶縁被覆された円形断面の銅線材からなる電気導体としての導体線 29 を 3 スロット毎のスロット 44 に波状に巻装してなる 3 相分の巻線 45 を交流結線（例えば Y 結線）した 3 相交流巻線に構成されている。

各巻線 45 は、導体線 29 を所定回巻回した波巻き巻線に構成されており、図 4 に示されるように、3 スロットピッチ (3P) に配列された 12 のスロット収納部 45a と、隣り合うスロット収納部 45a の半分の端部同士を軸方向の両側で交互に連結し、かつ、残りの半分の端部同士を軸方向の両側で交互に連結する連結部 45b とからなる波状パターンの振り分け巻線に形成されている。この巻線 45 は、スロット収納部 45a を 3 スロット毎のスロット 44 に収納して固定子鉄心 41 に巻装されている。そして、隣り合うスロット収納部 45a の端部同士を連結する連結部 45b が固定子鉄心 41 の軸方向の外側で周方向に延在し、コイルエンドを構成している。この時、1 つのスロット 44 から延出する連結部 45b は、その半分の周方向の一側に延びて周方向一側の隣のスロット 44 に入り、残りの半分の周方向の他側に延びて周方向他側の隣のスロット 44 に入っている。

そして、3 つの巻線 45 が挿入されるスロット 44 を互いに周方向に 1 スロット分 (1P) ずらして、径方向に 3 層に重ねられて、固定子鉄心 41 に巻装されている。3 相の巻線 45 のコイルエンド (連結部 45b) が固定子巻線 16 のコイルエンド群 16f、16r を構成している。なお、図示していないが、ワニス が固定子巻線 16 を収納したスロット 44 内に含浸されており、固定子巻線 16 が固定子鉄心 41 に固着されている。

【0027】

このように構成された固定子 40 は、図 5 に示されるように、コイルエンド群 16f、16r と固定子鉄心 41 のティース部 42 とにより形成される通風路 100 が周方向に配列されている。そして、排気孔 1b、2b がフロントブラケット

ト 1 およびリヤブラケット 2 の径方向の側面に、通風孔 1 0 0 に対応するように形成されている。

なお、他の構成は図 2 2 乃至図 2 6 に示される車両用交流発電機と同様である。

【 0 0 2 8 】

この実施の形態 1 によれば、固定子鉄心 4 1 のティース部 4 2 の幅 b_t と径方向長さ h_t との比 (b_t / h_t) を 0.35 としているので、 $b_t / h_t = 0.42$ である従来の固定子 8 に比べて、狭い通風路 1 0 0 が形成される。そこで、冷却ファン 5 による冷却風が狭い通風路 1 0 0 を通風するので、冷却風の速度が速くなり、固定子巻線 1 6 の発熱が冷却風に効率的に放熱され、固定子 4 0 の温度上昇が抑えられる。

また、固定子 4 0 の温度上昇が抑えられるので、出力の向上が図られる。さらに、最悪の運転条件においても、ワニスの軟化に起因する熱劣化が抑えられるとともに、固定子巻線 1 6 の導体線 2 9 と固定子鉄心 4 1 との擦れに起因する導体線 2 9 の絶縁被膜の損傷も阻止され、電気絶縁性が向上される。

【 0 0 2 9 】

また、冷却ファン 5 が回転子 7 の軸方向端面に固着されているので、冷却風が冷却ファン 5 により通風路 1 0 0 に強制的に送り込まれるようになり、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r の冷却性が高められる。

また、排気孔 1 b、2 b が通風路 1 0 0 に対応して設けられているので、通風路 1 0 0 を流通した冷却風が排気孔 1 b、2 b から速やかに排出される。そこで、通風抵抗が小さくなり、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r の冷却性が高められるとともに、風音が低減される。

【 0 0 3 0 】

また、固定子鉄心 4 1 がフロントブラケット 1 およびリヤブラケット 2 に嵌着されているので、固定子巻線 1 6 の発熱が固定子鉄心 4 1 を介してフロントおよびリヤブラケット 1、2 に伝達される。そして、フロントおよびリヤブラケット 1、2 に伝達された熱が、排気孔 1 b、2 b を流通する冷却風に放熱される。そこで、固定子 4 0 の温度低減が促進される。

また、固定子巻線 1 6 を構成する各相の巻線 4 5 は、振り分け巻線で構成されているので、各巻線 4 5 のスロット 4 4 から延出する連結部 4 5 b（コイルエンド）が周方向両側に半分づつ振り分けられる。そこで、連結部 4 5 b の束が細くなるので、通風路 1 0 0 の内壁面の凹凸が少なくなり、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r の冷却性が高められる。

【 0 0 3 1 】

ここで、固定子鉄心 4 1 の幅 b_t と径方向長さ h_t との比 (b_t/h_t) と固定子の温度上昇値との関係について検討する。そこで、 b_t/h_t を変えた固定子を搭載した車両用交流発電機を全負荷で発電させ、出力が安定した状態で、固定子の飽和温度を測定し、飽和温度の実験雰囲気温度（20℃）からの温度上昇値を図 6 に示す。なお、図 6 において、横軸には b_t/h_t を表し、縦軸には固定子の実験雰囲気温度（20℃）からの温度上昇値（℃）を表している。また、固定子の飽和温度は 3 0 0 0、3 5 0 0、4 0 0 0、4 5 0 0 および 5 0 0 0 r/min で運転させて固定子の各飽和温度を測定し、その最大値を飽和温度としている。

【 0 0 3 2 】

図 6 から、固定子の温度上昇値は、 $b_t/h_t = 0.27$ を変曲点とする曲線をとっている。そして、 $0.15 < b_t/h_t < 0.27$ の領域では、 b_t/h_t の減少とともに、固定子の温度上昇値が緩やかに増加し、 $b_t/h_t < 0.15$ の領域では、 b_t/h_t の減少とともに、固定子の温度上昇値が急激に増加している。一方、 $0.27 < b_t/h_t < 0.4$ の領域では、 b_t/h_t の増加とともに、固定子の温度上昇値が緩やかに増加し、 $0.4 < b_t/h_t$ の領域では、 b_t/h_t の増加とともに、固定子の温度上昇値が急激に増加している。そして、 $0.15 < b_t/h_t < 0.4$ の領域で、固定子の温度上昇値が 170℃以下に抑えられている。

これは、 b_t/h_t が 0.27 より小さくなると、通風路 1 0 0 が狭くなり、通風路 1 0 0 内を通風する冷却風の速度が速くなって、通風路 1 0 0 を構成するコイルエンド群の内壁面から冷却風への熱伝達が促進されるが、 $b_t/h_t < 0.15$ となると、通風路 1 0 0 が狭くなりすぎて通風路 1 0 0 内を通風する冷却

風の風量が極端に少なくなり、冷却風の速度低下をもたらして冷却性を悪化させたものと推測される。また、 $b t / h t$ が 0. 2 7 より大きくなると、通風路 1 0 0 の通風抵抗が激減して冷却風の風量が増え、結果的に冷却風の速度が速くなって、通風路 1 0 0 を構成するコイルエンド群の内壁面から冷却風への熱伝達が促進されるが、 $0. 4 < b t / h t$ となると、通風路 1 0 0 の通風断面積が広くなりすぎて冷却風の速度低下をもたらして冷却性を悪化させたものと推測される。

【 0 0 3 3 】

そこで、ワニスの軟化温度が 2 3 0℃であることから、雰囲気温度上昇による界磁電流の低下による出力の低下を考慮すると、雰囲気温度 9 0℃での温度上昇値を 1 4 0℃以下に抑えれば、最悪の運転条件になっても固定子の温度がワニスの軟化温度を越えることが避けられることになる。そして、雰囲気温度 9 0℃での温度上昇値 1 4 0℃は雰囲気温度 2 0℃での温度上昇値 1 7 0℃に相当している。従って、ワニスの軟化を考慮すると、図 6 から $0. 1 5 < b t / h t < 0. 4$ に設定することが望ましい。これにより、熱劣化耐力が向上されるとともに、固定子巻線 1 6 と固定子鉄心 4 1 との結合の緩みに起因する電気絶縁性の悪化が抑えられる車両用交流発電機を実現することができる。

さらに、図 6 から、 $0. 2 2 \leq b t / h t \leq 0. 3 2$ で固定子の温度上昇値が 1 6 6. 3℃～1 6 5℃に安定していることがわかる。そこで、 $0. 2 2 \leq b t / h t \leq 0. 3 2$ に設定することにより、さらに固定子の温度が安定して低く抑えられるので、高出力の車両用交流発電機を実現することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、上記実施の形態 1 では、3 スロット毎のスロット 4 4 に、1 つのスロット 4 4 から延出し、その半分が周方向の一侧に延びて周方向一侧の隣のスロット 4 4 に入り、残りの半分が周方向の他側に延びて周方向他側のスロット 4 4 に入るように巻装された振り分け巻線で各相の巻線を構成するものとしているが、3 スロット毎のスロット 4 4 に、1 つのスロット 4 4 から延出し、周方向の一侧に延びて周方向一侧の隣のスロット 4 4 に入るように巻装された波巻き巻線で各相の巻線を構成しても、同様の効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

実施の形態 2.

図 7 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図、図 8 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。

図 7 および図 8 において、固定子 4 0 A は固定子鉄心 4 1 A と、この固定子鉄心 4 1 A に巻装された固定子巻線 1 6 A とから構成されている。固定子鉄心 4 1 A は、上記実施の形態 1 における固定子鉄心 4 1 と同様に作製されており、その基部 4 3 A から延設された各ティース部 4 2 A は、 $b t / h t = 0.25$ ($b t = 2.5 \text{ mm}$ 、 $h t = 10.0 \text{ mm}$) に形成されている。また、固定子鉄心 4 1 A には、72 個のスロット 4 4 A が形成されている。ここで、回転子 7 の磁極数が 12 であるので、毎極每相当りのスロット数は 2 となる。

【 0 0 3 6 】

固定子巻線 1 6 A は、絶縁被覆された円形断面の銅線材からなる導体線 2 9 を 6 スロット毎のスロット 4 4 A に波状に巻装してなる 6 相分の巻線 4 5 A を 3 相分づつ交流結線（例えば Y 結線）した 2 つの 3 相交流巻線に構成されている。

各巻線 4 5 A は、導体線 2 9 を所定回巻回した波巻き巻線に構成されており、6 スロットピッチに配列された 12 のスロット収納部 4 5 a と、隣り合うスロット収納部 4 5 a の半分の端部同士を軸方向の両側で交互に連結し、かつ、残りの半分の端部同士を軸方向の両側で交互に連結する連結部 4 5 b とからなる波状パターンの振り分け巻線に形成されている。なお、巻線 4 5 A は、図 4 に示される巻線 4 5 のスロット収納部 4 5 a の配列ピッチが 6 スロットピッチとなったものである。この巻線 4 5 A は、スロット収納部 4 5 a を 6 スロットピッチに配列されたスロット 4 4 A のそれぞれに収納して固定子鉄心 4 1 A に巻装されている。

そして、6 つの巻線 4 5 A が互いに周方向に 1 スロット分 (1 P) ずらされて、径方向に 6 層に重ねられて、固定子鉄心 4 1 A に巻装されている。6 つの巻線 4 5 A のコイルエンド (連結部 4 5 b) が固定子巻線 1 6 A のコイルエンド群 1 6 f、1 6 r を構成している。

【 0 0 3 7 】

このように構成された固定子 4 0 A においても、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r と固定子鉄心 4 1 A のティース部 4 2 A とにより形成される通風路 1 0 0 A が周方向に配列されている。また、図示していないが、ワニスが固定子巻線 1 6 A を収納したスロット 4 4 A 内に含浸されており、固定子巻線 1 6 A が固定子鉄心 4 1 A に固着されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【0 0 3 8】

この実施の形態 2 によれば、固定子鉄心 4 1 A のティース部 4 2 A が $b t / h t = 0.25$ に形成されているので、 $b t / h t = 0.35$ に形成されている上記実施の形態 1 に比べてコイルエンド群 1 6 f、1 6 r からの放熱性が大きく、固定子 4 0 A の温度上昇を抑えることができる。

また、スロット 4 4 A が毎極每相当りの 2 個の割合で形成されているので、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r と固定子鉄心 4 1 A の端面との間に形成される通風路 1 0 0 A の数が上記実施の形態 1 に対して 2 倍となり、さらに固定子 4 0 A の温度上昇が抑えられるとともに、風騒音が低減される。

【0 0 3 9】

実施の形態 3.

この実施の形態 3 は、図 9 に示されるように、冷却ファン 5 のブレード 5 a の軸方向の全域が、ほぼコイルエンド群 1 6 f、1 6 r と径方向に関して重なっているものである。なお、他の構成は上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

この実施の形態 3 によれば、冷却ファン 5 のブレード 5 a の軸方向の全域が、ほぼコイルエンド群 1 6 f、1 6 r と径方向に関して重なっているので、冷却ファン 5 による冷却風がコイルエンド群 1 6 f、1 6 r に確実に供給され、コイルエンド群 1 6 f、1 6 r の冷却性が高められる。さらに、冷却ファン 5 の吐出側がコイルエンド群 1 6 f、1 6 r により遮蔽されているので、音の放散を遮断する効果が生じ、風音が低減される。

【0 0 4 0】

実施の形態 4.

図 1 0 はこの発明の実施の形態 4 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視

図、図 1 1 はこの発明の実施の形態 4 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図、図 1 2 は図 1 0 の固定子における固定子巻線の 1 相分の巻線構造を説明する要部斜視図である。

【 0 0 4 1 】

図 1 0 乃至図 1 2 において、固定子 4 0 B は固定子鉄心 4 1 B と、この固定子鉄心 4 1 B に巻装された固定子巻線 1 6 B とから構成されている。固定子鉄心 4 1 B は、上記実施の形態 2 における固定子鉄心 4 1 と同様に作製されており、その基部 4 3 B から延設された各ティース部 4 2 B は、 $b_t / h_t = 0.25$ ($b_t = 2.5 \text{ mm}$ 、 $h_t = 10.0 \text{ mm}$) に形成されている。また、固定子鉄心 4 1 B には、96 個のスロット 4 4 B が形成されている。ここでは、磁極数が 16 の回転子を用いており、毎極毎相当りのスロット数は 2 となる。

固定子巻線 1 6 B は、絶縁被覆された矩形断面の銅線材からなる多数の導体セグメント 5 0、5 1 をスロット 4 4 B に挿入し、導体セグメント 5 0、5 1 の開放端部同士を接合して形成された 6 相の巻線 4 5 B を 3 相分づつ交流結線（例えば Y 結線）した 2 つの 3 相交流巻線に構成されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

【 0 0 4 2 】

ついで、固定子巻線 1 6 B の構成について詳細に説明する。

1 相分の巻線 4 5 B は、多数の第 1 の導体セグメント 5 0 と第 2 の導体セグメント 5 1 とから構成されている。第 1 の導体セグメント 5 0 は、絶縁被覆された断面矩形の短尺の銅線材を折り曲げて、一対のスロット収納部 5 0 a が、周方向に 6 スロットピッチ (6 P) 離れて相対し、かつ、ターン部 5 0 b により径方向に第 1 の導体セグメント 5 0 の幅 (W) 分ずらされた略 U 字状に成形されている。また、第 2 の導体セグメント 5 1 は、絶縁被覆された断面矩形の短尺の銅線材を折り曲げて、一対のスロット収納部 5 1 a が、周方向に 6 スロットピッチ (6 P) 離れて相対し、かつ、ターン部 5 1 b により径方向に所定量ずらされた略 U 字状に成形されている。この一対のスロット収納部 5 1 a の径方向のずれ量は、2 本のスロット収納部 5 0 a が納まる量に相当する。

【 0 0 4 3 】

第1の導体セグメント50は、固定子鉄心41Bに6スロット離れた各スロット44Bの対にリヤ側から挿入され、フロント側に延出した開放端部50cが外開き状に曲げられる。この時、各第1の導体セグメント50は、対をなす一方のスロット44Bのスロット深さ方向（径方向に一致）の2番目の位置（2番地）と、他方のスロット44Bのスロット深さ方向の3番目の位置（3番地）とに挿入される。

第2の導体セグメント51は、第1の導体セグメント50が挿入されている各スロット44Bの対にリヤ側から挿入され、フロント側に延出した開放端部51cが外開き状に曲げられる。この時、各第2の導体セグメント51は、対をなす一方のスロット44Bのスロット深さ方向の4番目の位置（4番地：最深部）と、他方のスロット44Bのスロット深さ方向の1番目の位置（1番地：最浅部）とに挿入される。

【0044】

そして、1番地からフロント側に延出する第2の導体セグメント51の開放端部51cと2番地からフロント側に延出する第1の導体セグメント50の開放端部50cとが径方向に並んで溶接、ハンダ付けなどにより接合されている。同様に、3番地からフロント側に延出する第1の導体セグメント50の開放端部50cと4番地からフロント側に延出する第2の導体セグメント51の開放端部51cとが径方向に並んで溶接、ハンダ付けなどにより接合されている。これにより、多数の第1および第2の導体セグメント50、51を連結してなるそれぞれ1ターンの4本の巻線が形成される。そして、4本の巻線を直列に接続して4ターンの1相分の巻線45Bが構成される。

ここで、4本のスロット収納部50a、51aがスロット44B内に矩形断面の長手方向をスロット深さ方向に一致させて1列に並んで収納されている。リヤ側では、ターン部50b、51bが2層に重なって、周方向に6スロットピッチで配列されている。フロント側では、開放端部50c、51cの接合部53が径方向に並んで、周方向に2列に6スロットピッチで配列されている。なお、ターン部50b、51bがコイルエンドを構成し、接合部53で連結された開放端部50c、51cがコイルエンドを構成している。

【 0 0 4 5 】

そして、6相分の巻線45Bが互いに周方向に1スロットづつずらして固定子鉄心41Bに巻装されて固定子40Bを構成している。接合部53で連結された開放端部50c、51cが2列となって周方向に1スロットピッチで配列されてフロント側のコイルエンド群16fを構成している。また、2層に重なったターン部50b、51bが周方向に1スロットピッチで配列されてリヤ側のコイルエンド群16rを構成している。そして、コイルエンド群16f、16rと固定子鉄心41Bの端面との間に通風路100Bが形成されている。また、各相の巻線45Bを構成するそれぞれの第1および第2導体セグメント50、51は、1つのスロット44B内の内層から固定子鉄心41Bの端面側に延出し、折り返されて6スロット離れたスロット44B内の外層に入るように波巻きに巻装されている。

【 0 0 4 6 】

この実施の形態4では、基部43Bから延設された各ティース部42Bは、 $b_t/h_t = 0.25$ に形成されているので、上記実施の形態2と同様に、固定子40Bの温度上昇を抑えることができる。

また、接合部53で連結された開放端部50c、51cが2列となって周方向に整然と並んでコイルエンド群16fを構成し、ターン部50b、51bが2層となって周方向に整然と並んでコイルエンド群16rを構成している。これにより、通風路100Bに通風する冷却風に対して露出される第1および第2の導体セグメント50、51の面積が増大するので、上記実施の形態2に比べて、固定子の冷却性が向上される。さらに、通風路100Bが周方向に均一に配列され、かつ、通風路100Bが略同一形状に形成されるので、コイルエンド群16f、16rがバランスよく冷却され、上記実施の形態2に比べて、固定子の冷却性が向上されるとともに、風騒音が低減される。

【 0 0 4 7 】

実施の形態5.

図13はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用される固定子を示す斜視図、図14はこの発明の実施の形態5に係る車両用交流発電機に適用

される固定子を示す要部側面図、図 1 5 および図 1 6 はそれぞれ図 1 3 に示される固定子の固定子巻線の巻線構造を説明する要部斜視図である。

この実施の形態 5 では、電気導体として絶縁被覆された断面矩形の銅線材からなる連続導体線 6 0 を用いている。

図 1 3 および図 1 4 において、固定子 4 0 C は固定子鉄心 4 1 C と、この固定子鉄心 4 1 C に巻装された固定子巻線 1 6 C とから構成されている。固定子鉄心 4 1 C は、その基部 4 3 C から延設された各ティース部 4 2 C が、 $b_t / h_t = 0.25$ ($b_t = 2.5 \text{ mm}$ 、 $h_t = 10.0 \text{ mm}$) に形成されている。また、固定子鉄心 4 1 C には、96 個のスロット 4 4 C が形成されている。ここでは、磁極数が 16 の回転子を用いており、毎極毎相当りのスロット数は 2 となる。

固定子巻線 1 6 C は、連続導体線 6 0 を 6 スロット毎のスロット 4 4 C に波状に巻装してなる 6 相分の巻線 4 5 C を 3 相分づつ交流結線（例えば Y 結線）した 2 つの 3 相交流巻線に構成されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 4 と同様に構成されている。

【 0 0 4 8 】

ついで、固定子巻線 1 6 C の構成について詳細に説明する。

1 相分の巻線 4 5 C は、6 スロット毎のスロット 4 4 C で構成される 1 つのスロット群に巻装された 4 本の連続導体線 6 0 から構成されている。

そして、6 スロット毎のスロット 4 4 C で構成される 1 つのスロット群において、1 本目の連続導体線 6 0 が 6 スロット毎のスロット 4 4 C に 1 番地と 2 番地とを交互に採るように波状に巻装され、2 本目の連続導体線 6 0 が 6 スロット毎のスロット 4 4 C に 2 番地と 1 番地とを交互に採るように波状に巻装されて、それぞれ 1 ターンを有する 2 つの内周側巻線を形成している。さらに、3 本目の連続導体線 6 0 が 6 スロット毎のスロット 4 4 C に 3 番地と 4 番地とを交互に採るように波状に巻装され、4 本目の連続導体線 6 0 が 6 スロット毎のスロット 4 4 C に 4 番地と 3 番地とを交互に採るように波状に巻装されて、それぞれ 1 ターンを有する 2 つの外周側巻線を形成している。これらの内周側巻線および外周側巻線を直列に接続して、4 ターンの 1 相分の巻線 4 5 C を形成している。

さらに、6 スロット毎のスロット 4 4 C で構成される他の 5 つのスロット群に

において、連続導体線 6 0 を同様に巻装し、内周側巻線および外周側巻線を直列に接続して、それぞれ 4 ターンの 5 相分の巻線 4 5 C を形成している。

このように構成された 6 相分の巻線 4 5 C を 3 相分ずつ交流結線されて 2 つの 3 相交流巻線が構成されている。この 2 つの 3 相交流巻線が固定子巻線 1 6 C となる。

なお、各スロット 4 4 C 内には 4 本の連続導体線 6 0 が矩形断面の長手方向をスロット深さ方向（径方向）に一致させてスロット深さ方向に 1 列に並んで収納されている。

【 0 0 4 9 】

ここで、各内周側巻線は、図 1 5 に示されるように、6 スロットピッチで配列された直線部 6 0 a がターン部 6 0 b により配列方向の両側に交互に連続導体線 6 0 の幅（W）分ずらされて配列された波状パターンに構成されている。そして、同一スロット群に巻装されている 2 つの内周側巻線は、図 1 6 に示されるように、両内周側巻線を互いに 6 スロットピッチずらして直線部 6 0 a を重ねて配列された巻線対となっている。さらに、6 相分の内周側巻線は、この巻線対を 1 スロットピッチづつずらして配列して構成されている。なお、外周側巻線も、内周側巻線と同様に構成されている。

【 0 0 5 0 】

このように作製された固定子 4 0 C においては、固定子巻線 1 6 C は、1 本の連続導体線 6 0 を 6 スロット毎のスロット 4 4 C にスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るように巻装してなる 2 4 本の 1 ターンの巻線 4 5 C から構成されている。

また、固定子鉄心 4 1 C の両端面側のスロット外で折り返されているコイルエンド、即ち連続導体線 6 0 のターン部 6 0 b が径方向に 2 列となって周方向に一樣に配列されてフロント側およびリヤ側のコイルエンド群 1 6 f、1 6 r を構成している。

【 0 0 5 1 】

このように、この実施の形態 5 では、基部 4 3 C から延設された各ティース部 4 2 C は、 $b_t / h_t = 0.25$ に形成されているので、上記実施の形態 4 と同

様に、固定子40Cの温度上昇を抑えることができる。

また、ターン部60bが2列となって周方向に整然と並んでコイルエンド群16f、16rを構成している。これにより、上記実施の形態4と同様に、通風路100Cに通風する冷却風に対して露出される連続導体線60の面積が増大し、かつ、通風路100Bが周方向に均一に配列されるので、固定子の冷却性が向上されるとともに、風騒音が低減される。

【0052】

また、この実施の形態5では、1本の連続導体線60で1ターンの巻線45Cを構成しているので、上記実施の形態4において必要であった煩雑な導体セグメント50、51の挿入作業および接合作業が省略される。

また、上記実施の形態4では、フロント側のコイルエンド群16fが導体セグメント50、51の開放端部50c、51c同士を接合してなるコイルエンドで構成されている。そこで、コイルエンドの頂部には接合部53が存在しているので、冷却風と接合部53との干渉による風騒音が発生していた。一方、この実施の形態5では、フロント側のコイルエンド群16fも、リヤ側のコイルエンド群16rと同様に、連続導体線60のターン部60bからなるコイルエンドで構成されている。そこで、冷却風と接合部53との干渉に起因する風騒音がなく、風騒音の低減が図られる。

【0053】

ついで、この実施の形態5による固定子40Cの組立方法について図17乃至図20を参照しつつ説明する。

まず、12本の連続導体線60が平面上に1スロットピッチに並べられる。ついで、図17に示されるように、12本の連続導体線60を一緒に所定ピッチ（2点鎖線の位置）で折り返し、12本の連続導体線60が螺旋状に巻回された帯状の巻線ユニット61を形成する。

そして、巻線ユニット61の幅方向に関して距離L離れた位置において、一对のピン群62を巻線ユニット61の表面側から各連続導体線60間に挿入する。同様に、巻線ユニット61の幅方向に関して距離L離れた位置において、一对のピン群62を巻線ユニット61の裏面側から各連続導体線60間に挿入する。さ

らに、巻線ユニット 6 1 の幅方向端部において、位置規制ピン群 6 3 を各連続導体線 6 0 間に挿入する。このようにして、ピン群 6 2、6 3 が図 1 8 に示されるように、セットされる。ここで、距離 L はスロット 4 4 C の溝方向長さ（固定子鉄心 4 1 C の軸方向長さ）に略一致している。

【 0 0 5 4 】

そこで、巻線ユニット 6 1 の表面側から各連続導体線 6 0 間に挿入された一对のピン群 6 2 が、図 1 8 中実線矢印で示されるように、巻線ユニット 6 1 の長さ方向で互いに逆方向に移動される。同様に、巻線ユニット 6 1 の裏面側から各連続導体線 6 0 間に挿入された一对のピン群 6 2 が、図 1 8 中点線矢印で示されるように、巻線ユニット 6 1 の長さ方向で互いに逆方向に移動される。この時、位置規制ピン群 6 3 が各連続導体線 6 0 間に挿入されているので、連続導体線 6 0 がバラバラとなることが阻止される。

これにより、一对のピン 6 2 間に位置する各連続導体線 6 0 の部位が巻線ユニット 6 1 の長さ方向に対して直交するように変形され、スロット 4 4 C 内に収納される直線部 6 0 a となる。そして、また、一对のピン 6 2 の外方に位置する各連続導体線 6 0 の部位が 6 スロット離れた直線部 6 0 a 間を連結するターン部 6 0 b となる。これにより、図 1 9 に示される巻線アッセンブリ 6 5 が作製される。この巻線アッセンブリ 6 5 は、図 1 6 に示される巻線対を 1 スロットピッチづつずらして 6 対配列されたものと同じ構造となっている。即ち、巻線アッセンブリ 6 5 は、直線部 6 0 a がターン部 6 0 b により連結されて 6 スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う直線部 6 0 a がターン部 6 0 b により配列方向の両側に連続導体線 6 0 の幅分交互にずらされたパターンに形成された 2 本の連続導体線 6 0 を、互いに 6 スロットピッチづつずらして直線部 6 0 a を重ねて配列してなる連続導体 6 0 の対が、1 スロットピッチづつずらされて 6 対配列されて構成されている。

【 0 0 5 5 】

また、所定長さに切断された磁性鋼板 3 0 を所定枚数積層し、その外周部をレーザー溶接して直方体の鉄心 7 0 を作製する。この鉄心 7 0 には、基部 7 0 a と、所定ピッチで基部 7 0 a から延設されたティース部 7 0 b と、基部 7 0 a と隣り

合うティース部 7 0 b とにより画成されたスロット 7 0 c とを備えている。そして、図 2 0 の (a) に示されるように、鉄心 7 0 の各スロット 7 0 c にインシュレータ（図示せず）を装着し、ついで直線部 6 0 a をスロット 7 0 c に入れるようにして 2 つの巻線アッセンブリ 6 5 を重ねて鉄心 7 0 に装着する。その後、図 2 0 の (b) に示されるように、2 つの巻線アセンブリ 6 5 が装着された鉄心 7 0 を丸める。そして、図 2 0 の (c) に示されるように、丸められた鉄心 7 0 の両端部を当接させ、該当接部をレーザ溶接して、2 つの巻線アッセンブリ 6 5 が装着された円筒状の固定子鉄心 4 1 C を得る。さらに、各連続導体線 6 0 を結線して、図 1 3 に示される固定子 4 0 C が得られる。

【0056】

このように、6 スロット毎にスロット 4 4 C 内でスロット深さ方向に内層と外層とを交互に採るような波状に形成された 1 2 本の連続導体線 6 0 を一体に構成する巻線アッセンブリ 6 5 を作製しているので、固定子巻線 1 6 C の巻装作業が簡略化され、連続導体線 6 0 の接合箇所が著しく削減され、固定子の生産性が向上される。

【0057】

ここで、上記実施の形態 5 では、固定子鉄心 4 1 C に装着されたときに 1 ターンの巻線 4 5 C の群を構成するように作製された巻線アッセンブリ 6 5 を用いるものとしているが、巻線アッセンブリ 6 5 を長さ方向に 2 分割、3 分割などに分割した巻線アッセンブリユニットを用いてもよい。この場合、巻線アッセンブリユニットを鉄心 7 0 に 1 列に並べて装着し、鉄心 7 0 を丸め、鉄心 7 0 の両端部を当接させて接合した後、各巻線アッセンブリユニットの各連続導体線 6 0 を接合して 1 ターンの巻線 4 5 C の群を構成することになる。

【0058】

また、上記実施の形態 5 では、毎極毎相当たりのスロット数が 2 の場合であるので 1 2 本の連続導体線 6 0 を用いて巻線アッセンブリ 6 5 を作製しているが、毎極毎相当たりのスロット数が 1 もしくは 3 以上の場合にも適用でき、巻線アッセンブリ 6 1 を構成する連続導体線 6 0 の本数は毎極毎相当たりのスロット数に合わせて適宜選択すればよい。例えば、毎極毎相当たりのスロット数が 1 である

場合、巻線アッセンブリは、直線部がターン部により連結されて 3 スロットピッチで配列され、かつ、隣り合う直線部がターン部により配列方向の両側に連続導体線の幅分交互にずらされたパターンに形成された 2 本の連続導体線を、互いに 3 スロットピッチずらして直線部を重ねて配列してなる連続導体線の対が、1 スロットピッチづつずらされて 3 対配列されて構成されている。

【 0 0 5 9 】

また、上記実施の形態 5 では、巻線アッセンブリ 6 5 の連続導体線 6 0 は、直線部 6 0 a がターン部 6 0 b により連続導体線 6 0 の幅分交互にずらされたパターンに形成されているものとしているが、巻線アッセンブリの連続導体線は直線部がターン部により連続導体線の幅の 2 倍分交互にずらされたパターンに形成されてもよい。この場合、対となる連続導体線の直線部間に連続導体線 2 本分の空隙が形成されており、このように作製された巻線アッセンブリに上述の巻線アッセンブリ 6 5 を挿入し、固定子鉄心に装着することにより、実施の形態 4 と同様の固定子巻線が得られる。

【 0 0 6 0 】

実施の形態 6 .

この実施の形態 6 では、図 2 1 に示されるように、固定子鉄心 4 1 D は、ティース部 4 2 D₁、4 2 D₂ が周方向に交互に円筒状の基部 4 3 D から延設されている。そして、ティース部 4 2 D₁ は、 $b_t / h_t = 0.2$ ($b_t = 2.0 \text{ mm}$ 、 $h_t = 10.0 \text{ mm}$) に形成され、ティース部 4 2 D₂ は、 $b_t / h_t = 0.3$ ($b_t = 3.0 \text{ mm}$ 、 $h_t = 10.0 \text{ mm}$) に形成されている。また、基部 4 3 D とティース部 4 2 D₁、4 2 D₂ とにより画成されたスロット 4 4 D が 9 6 個形成されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 5 と同様に構成されている。

【 0 0 6 1 】

この実施の形態 6 では、 b_t / h_t が 0.2 に形成されたティース部 4 2 D₁ と b_t / h_t が 0.3 に形成されたティース部 4 2 D₂ とを備えているので、上記実施の形態 5 と同様に、固定子の温度上昇を抑えることができる。

また、この実施の形態 6 では、幅 b_t が 2.0 mm のティース部 4 2 D₁ と幅

b t が 3 . 0 m m の ティース部 4 2 D_2 と が 周 方 向 に 交 互 に 配 列 さ れ て い る の で 、 ス ロ ッ ト 4 4 D は 周 方 向 に 不 等 ピ ッ チ に 配 列 さ れ て い る 。 つ ま り 、 コ イ ル エ ン ド 群 と 固 定 子 鉄 心 の ティース部 と に よ り 形 成 さ れ る 通 風 路 が 周 方 向 に 不 等 ピ ッ チ に 配 列 さ れ て い る 。 ま た 、 通 風 路 の 幅 も 不 等 で あ る 。 そ こ で 、 冷 却 風 が 周 方 向 に 等 角 ピ ッ チ に 配 列 さ れ て い る 通 風 路 を 通 風 す る こ と に よ っ て 生 じ る 周 期 的 な 風 騒 音 が 、 通 風 路 を 周 方 向 に 不 等 ピ ッ チ に 配 列 す る こ と で 、 分 散 さ れ る の で 、 風 音 の 低 減 が 図 ら れ る 。

【 0 0 6 2 】

な お 、 上 記 各 実 施 の 形 態 で は 、 毎 極 毎 相 当 た り の ス ロ ッ ト 数 が 1 、 2 の も の に つ い て 説 明 し て い る が 、 こ の 発 明 は 、 毎 極 毎 相 当 た り の ス ロ ッ ト 数 が 3 以 上 の も の に 適 用 し て も 、 同 様 の 効 果 が 得 ら れ る 。

ま た 、 上 記 各 実 施 の 形 態 で は 、 界 磁 巻 線 1 3 が 爪 状 磁 極 2 2 、 2 3 に 覆 わ れ て ポールコア 2 0 、 2 1 に 巻 装 さ れ て 爪 状 磁 極 と と も に 回 転 し 、 界 磁 電 流 が ブラシ 1 0 を 介 し て 界 磁 巻 線 に 供 給 さ れ る タ イ プ の 車 両 用 交 流 発 電 機 に 適 用 す る も の と し て 説 明 し て い る が 、 本 発 明 は 、 界 磁 巻 線 を ブラケット に 固 定 し 、 エアギャップ に よ り 回 転 磁 界 を 固 定 子 に 供 給 す る ブラシレス タ イ プ の 車 両 用 交 流 発 電 機 に 適 用 し て も 、 同 様 の 効 果 を 奏 す る 。

【 0 0 6 3 】

【 発 明 の 効 果 】

こ の 発 明 は 、 以 上 の よ う に 構 成 さ れ て い る の で 、 以 下 に 記 載 さ れ る よ う な 効 果 を 奏 す る 。

【 0 0 6 4 】

こ の 発 明 に よ れ ば 、 ケース に 回 転 可 能 に 支 持 さ れ た シ ャ フ ト と 、 電 流 を 流 し て 磁 束 を 発 生 す る 界 磁 巻 線 お よ び 該 界 磁 巻 線 の 外 周 側 に 周 方 向 に 複 数 配 設 さ れ て 該 界 磁 巻 線 で 発 生 し た 磁 束 に よ り 着 磁 さ れ る 爪 状 磁 極 を 有 し 、 上 記 シ ャ フ ト に 固 着 さ れ た 回 転 子 と 、 軸 方 向 に 延 び る ス ロ ッ ト が 周 方 向 に 並 ん で 複 数 形 成 さ れ 、 上 記 回 転 子 を 内 包 す る よ う に 上 記 ケース に 支 持 さ れ た 円 筒 状 の 固 定 子 鉄 心 お よ び こ の 固 定 子 鉄 心 に 巻 装 さ れ た 固 定 子 巻 線 を 有 す る 固 定 子 と を 備 え 、 上 記 固 定 子 鉄 心 は 、 磁 性 鋼 板 を 積 層 し て 構 成 さ れ 、 円 筒 状 の 基 部 と 、 該 基 部 か ら 軸 心 に 向 か っ て 延

設された複数のティース部と、上記基部および隣り合う上記ティース部により画成された複数の上記スロットとを有し、上記回転子の回転により冷却風が径方向の内周側から通風される通風路が上記固定子巻線のコイルエンド群と上記固定子鉄心の上記ティース部とにより形成され、上記ティース部の径方向長さ h_t と幅 b_t とが、 $0.15 < b_t / h_t < 0.4$ を満足するように形成されているので、固定子の温度上昇が抑えられ、熱劣化耐力が向上し、電気絶縁性の悪化が抑えられる車両用交流発電機が得られる。

【 0 0 6 5 】

また、冷却ファンが上記回転子の軸方向端面に固着されているので、固定子の冷却性が向上される。

【 0 0 6 6 】

また、排気孔が、上記ケースの径方向側面に、上記通風路に対応するように形成されているので、固定子の冷却性が高められるとともに、風音が低減される。

【 0 0 6 7 】

また、上記冷却ファンのブレードの軸方向の全域が、上記コイルエンド群と径方向に関してほぼ重なっているので、固定子の冷却性がさらに高められるとともに、音の放散を遮断する効果が生じ、風音が低減される。

【 0 0 6 8 】

また、上記固定子巻線が振り分け巻で上記固定子鉄心に巻装されているので、通風路の内壁面の凹凸が少なくなり、固定子の冷却性が向上される。

【 0 0 6 9 】

また、上記固定子巻線は、電気導体を所定スロット毎の上記スロット内にスロット深さ方向に内層と外層とを交互にとるように巻装された複数の巻線で構成されているので、通風路が周方向に均一に配列され、かつ、各通風路が略同一形状となり、固定子巻線のコイルエンド群がバランスよく冷却されて、固定子の冷却性が向上される。

【 0 0 7 0 】

また、上記スロットが毎極每相当たり 2 個以上の割合で形成されているので、通風路の数が多くなり、固定子の冷却性が向上される。

【 0 0 7 1 】

また、上記通風路の配列ピッチが不等ピッチであるので、冷却風が通風路を通風することによって生じる周期的な風騒音が分散され、風音が低減される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機を示す断面図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子鉄心を示す要部拡大平面図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子巻線を構成する 1 相分の巻線を模式的に示す斜視図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機における固定子鉄心の b_t/h_t と固定子の温度上昇値との関係を示す図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図 8】 この発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。

【図 9】 この発明の実施の形態 3 に係る車両用交流発電機を示す断面図である。

【図 1 0】 この発明の実施の形態 4 に係る車両用交流発電機の固定子を示す斜視図である。

【図 1 1】 この発明の実施の形態 4 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。

【図 1 2】 この発明の実施の形態 4 に係る車両用交流発電機の固定子巻線を構成する 1 相分の巻線を模式的に示す斜視図である。

【図 1 3】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子を示

す斜視図である。

【図 1 4】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子を示す要部側面図である。

【図 1 5】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子巻線の巻線構造を説明する要部斜視図である。

【図 1 6】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子巻線の巻線構造を説明する要部斜視図である。

【図 1 7】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法を説明する図である。

【図 1 8】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法を説明する図である。

【図 1 9】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子の固定子巻線に適用される巻線アッセンブリを示す平面図である。

【図 2 0】 この発明の実施の形態 5 に係る車両用交流発電機の固定子の製造方法を説明する図である。

【図 2 1】 この発明の実施の形態 6 に係る車両用交流発電機の固定子の固定子鉄心を示す要部拡大平面図である。

【図 2 2】 従来の車両用交流発電機を示す断面図である。

【図 2 3】 従来の車両用交流発電機に適用される固定子を示す斜視図である。

【図 2 4】 従来の固定子鉄心の製造方法を説明する模式図である。

【図 2 5】 従来の固定子鉄心を示す平面図である。

【図 2 6】 従来の固定子鉄心を示す要部拡大平面図である。

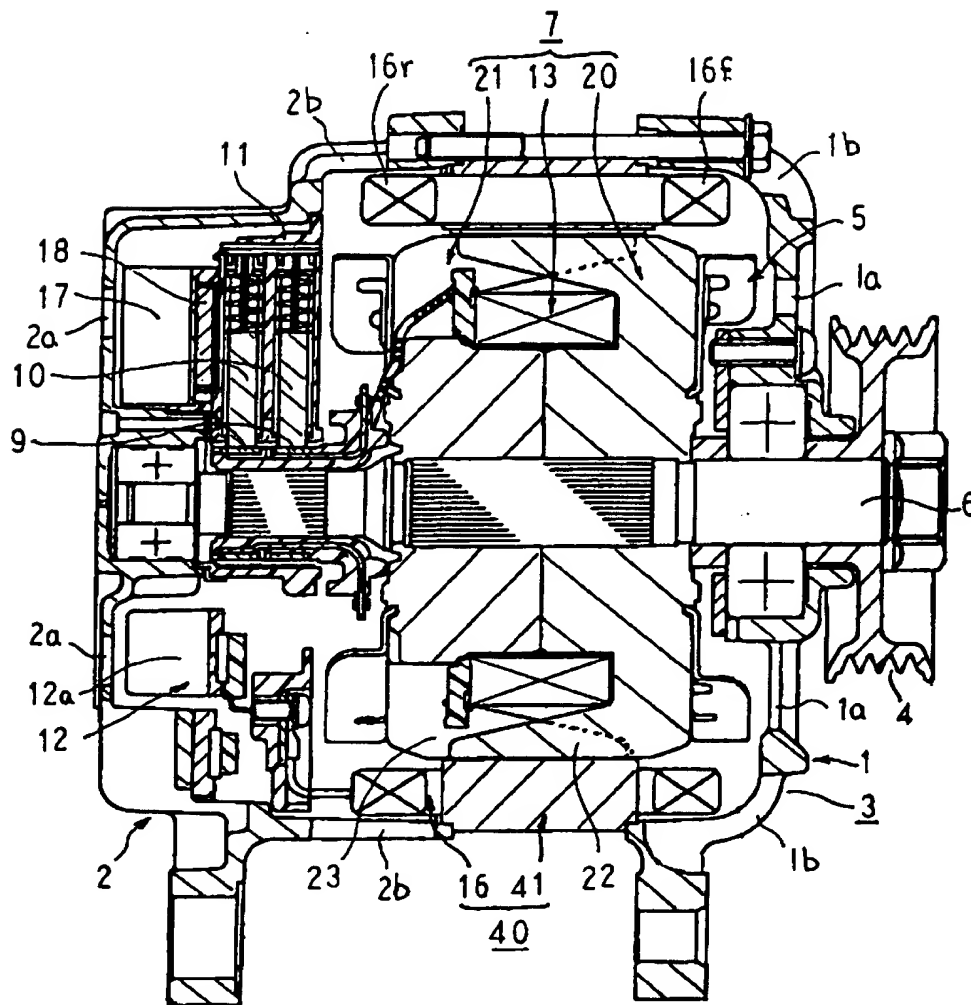
【符号の説明】

1 b、2 b 排気孔、3 ケース、5 冷却ファン、5 a ブレード、6 シャフト、7 回転子、1 3 界磁巻線、1 6、1 6 A、1 6 B、1 6 C 固定子巻線、1 6 f、1 6 r コイルエンド群、2 2、2 3 爪状磁極、2 9 導体線（電気導体）、3 0 磁性鋼板、4 0、4 0 A、4 0 B、4 0 C 固定子、4 1、4 1 A、4 1 B、4 1 C、4 1 D 固定子鉄心、4 2、4 2 A、4 2 B、4 2

C、4 2 D₁、4 2 D₂ ティース部、4 3、4 3 A、4 3 B、4 3 C、4 3 D
基部、4 4、4 4 A、4 4 B、4 4 C、4 4 D スロット、5 0 第 1 の導体セ
グメント（電気導体）、5 1 第 2 の導体セグメント（電気導体）、6 0 連続
導体線（電気導体）、1 0 0、1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C 通風路。

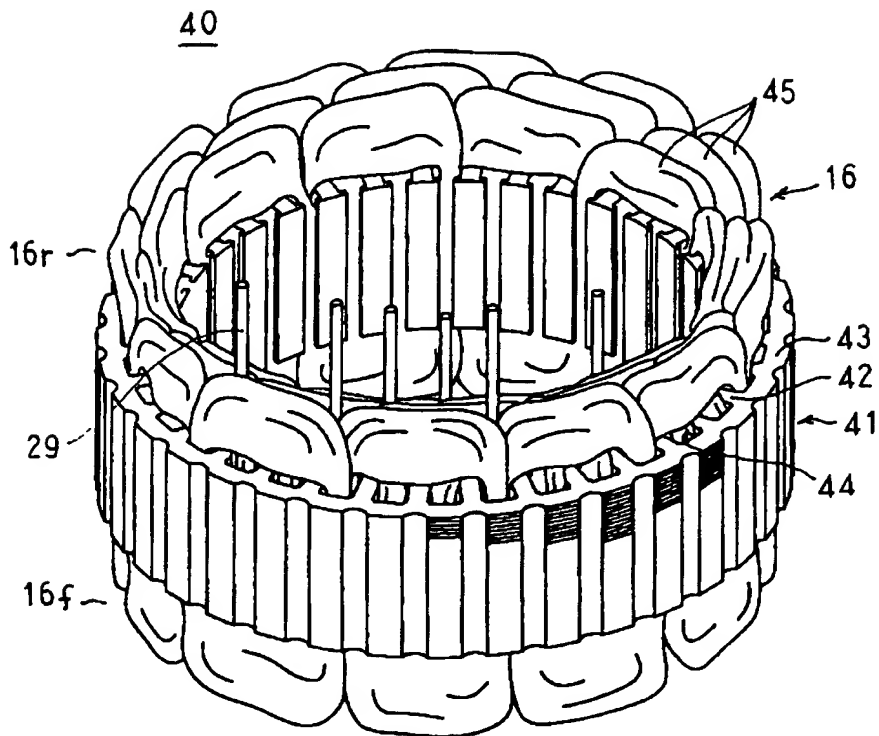
【書類名】 図面

【図 1】



- | | |
|-----------|------------------------|
| 1 b : 排気孔 | 1 3 : 界磁巻線 |
| 2 b : 排気孔 | 1 6 : 固定子巻線 |
| 3 : ケース | 1 6 f, 1 6 r : コイルエンド群 |
| 5 : 冷却ファン | 2 2, 2 3 : 爪状磁極 |
| 6 : シャフト | 4 0 : 固定子 |
| 7 : 回転子 | 4 1 : 固定子鉄心 |

【図 2】



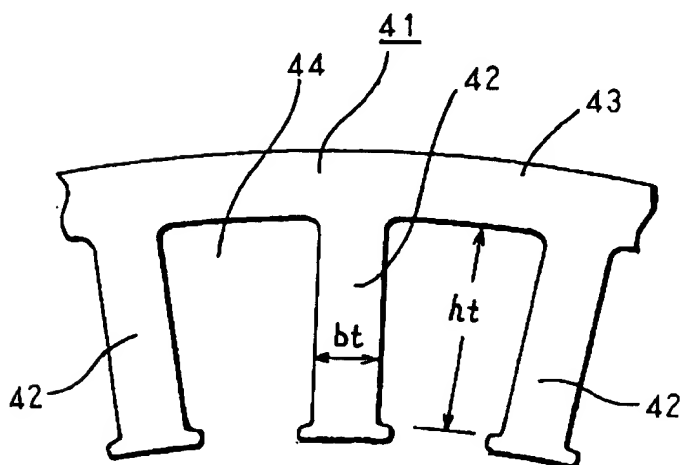
29 : 導体線 (電気導体)

43 : 基部

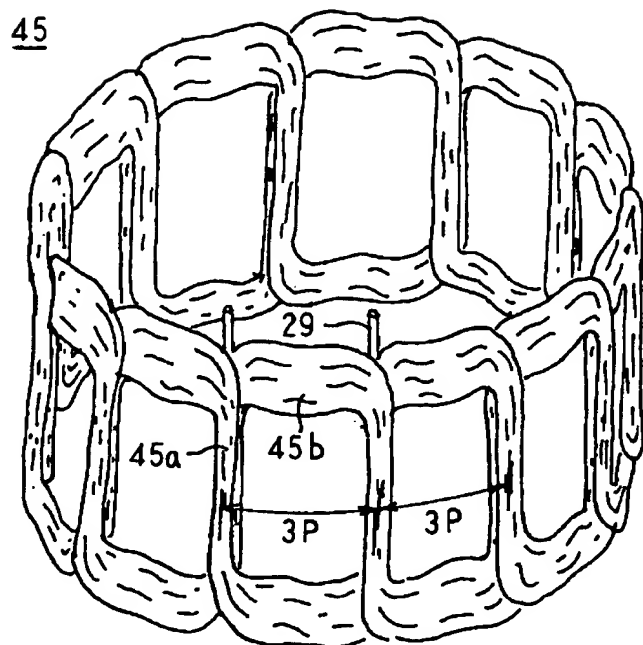
42 : ティース部

44 : スロット

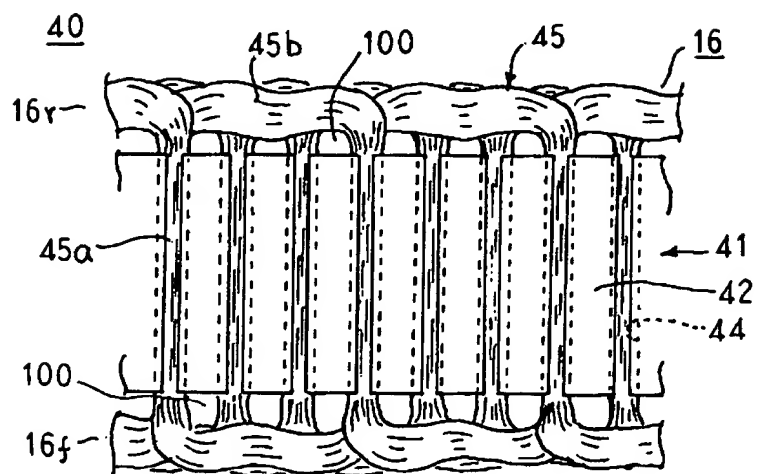
【図 3】



【図 4】

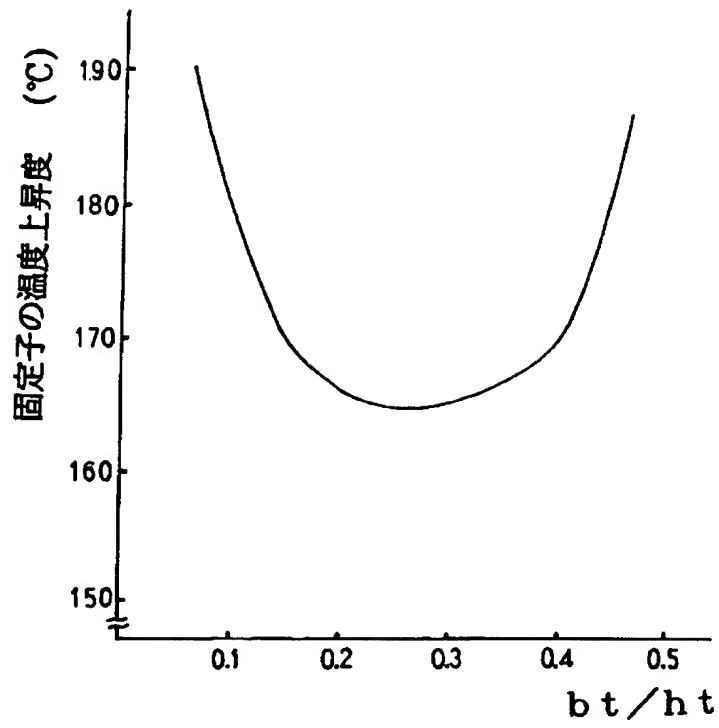


【図 5】

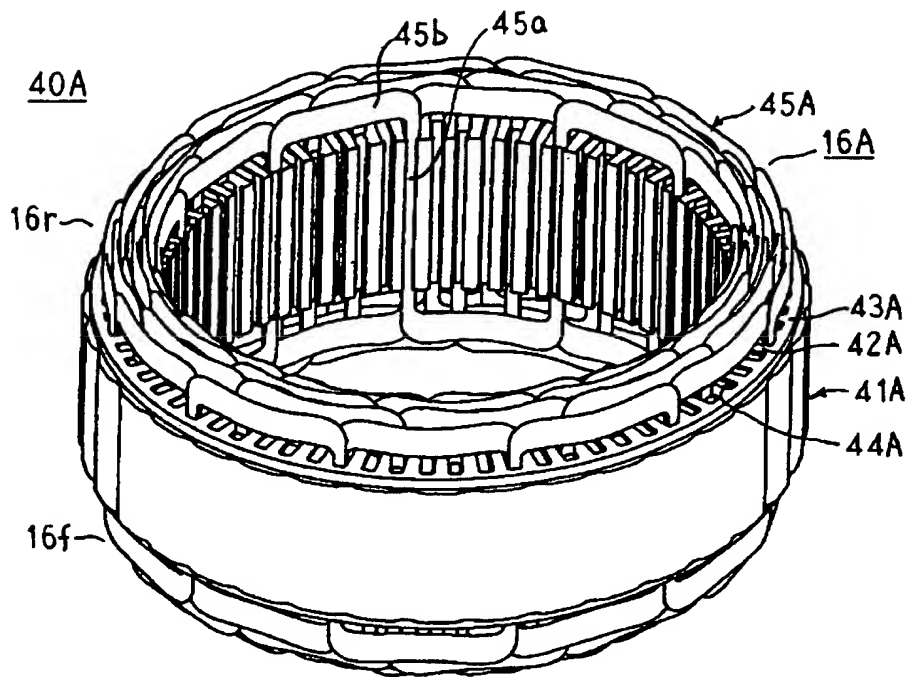


100 : 通風路

【図 6】

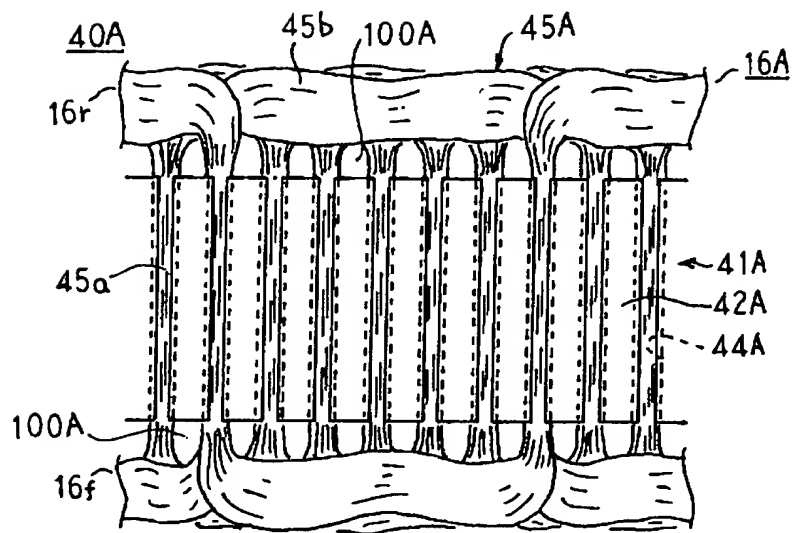


【図 7】



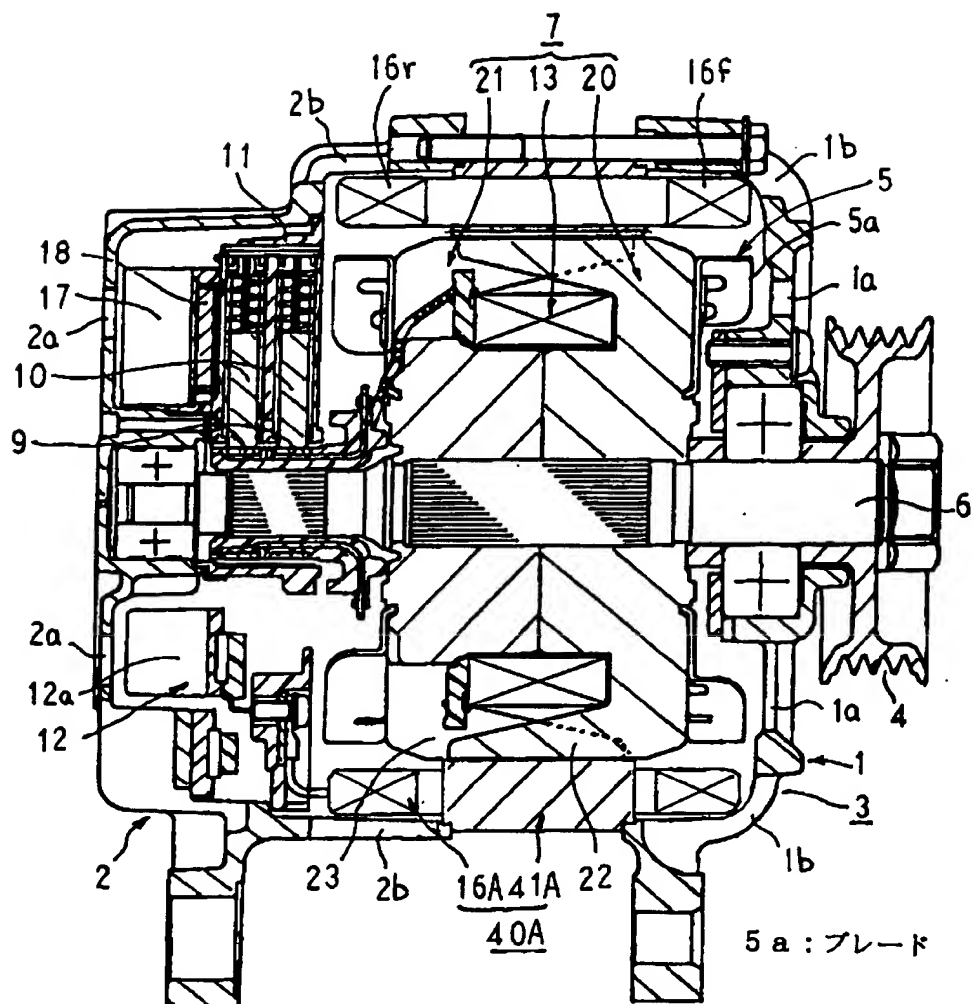
- | | |
|---------------|---------------|
| 1 6 A : 固定子巻線 | 4 2 A : ティース部 |
| 4 0 A : 固定子 | 4 3 A : 基部 |
| 4 1 A : 固定子鉄心 | 4 4 A : スロット |

【図 8】

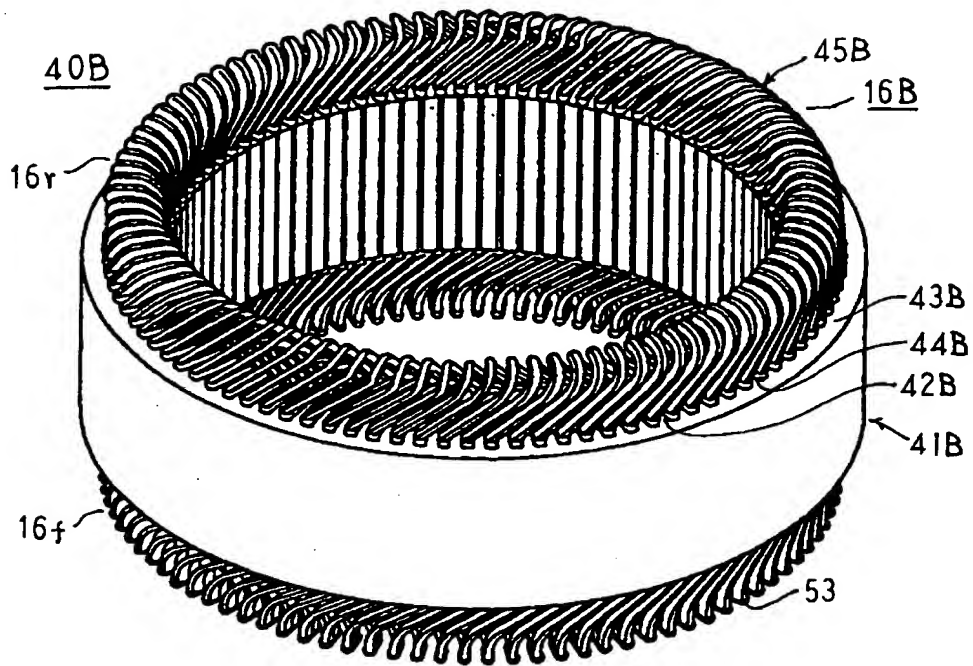


1 0 0 A : 通風路

【図9】

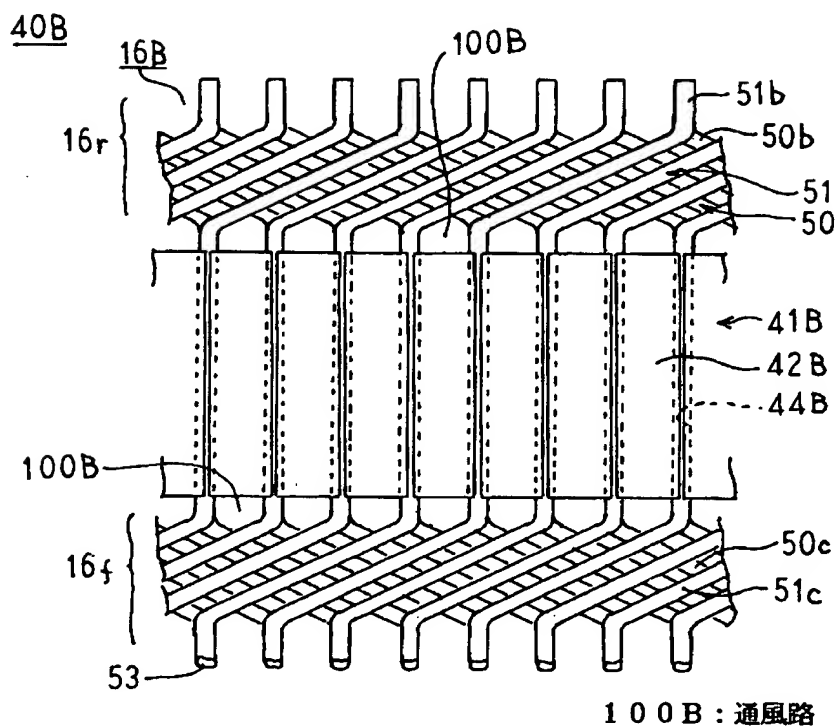


【図 1 0】

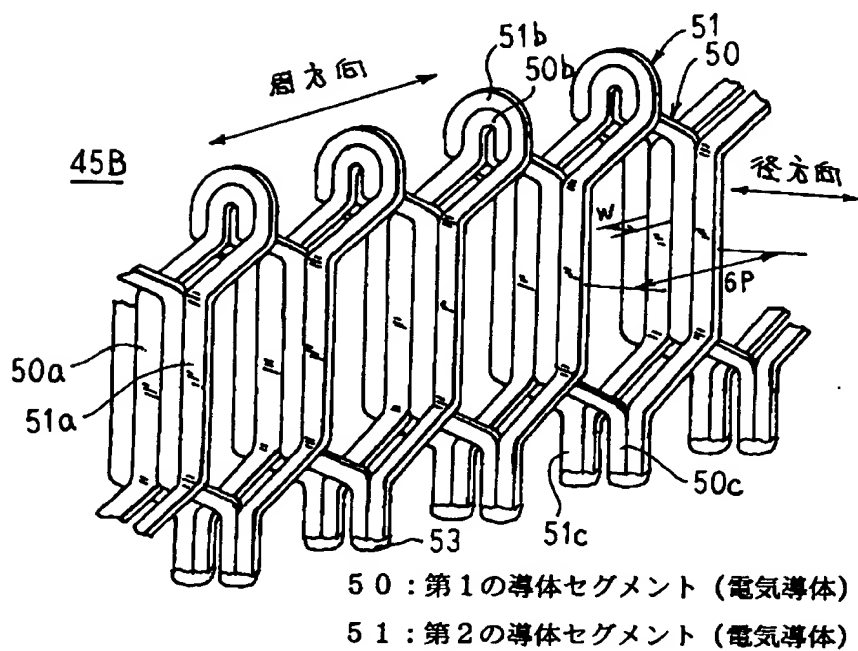


- | | |
|---------------|---------------|
| 1 6 B : 固定子巻線 | 4 2 B : ティース部 |
| 4 0 B : 固定子 | 4 3 B : 基部 |
| 4 1 B : 固定子鉄心 | 4 4 B : スロット |

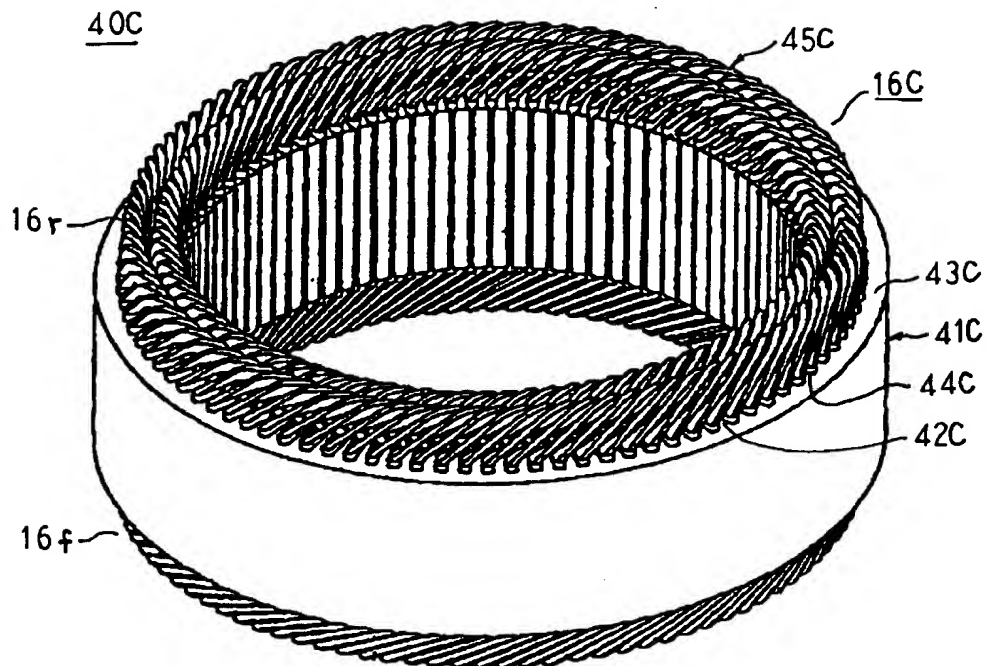
【図 1 1】



【図 1 2】

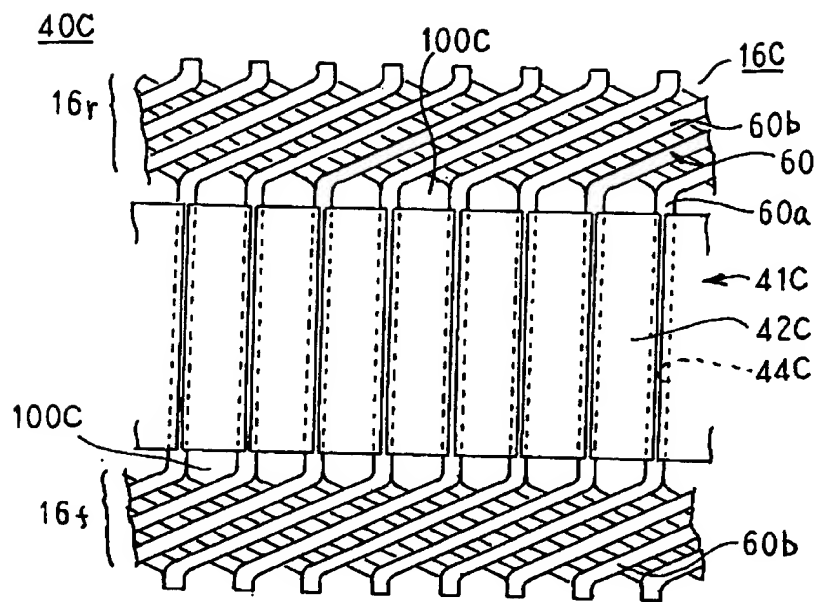


【図 1 3】



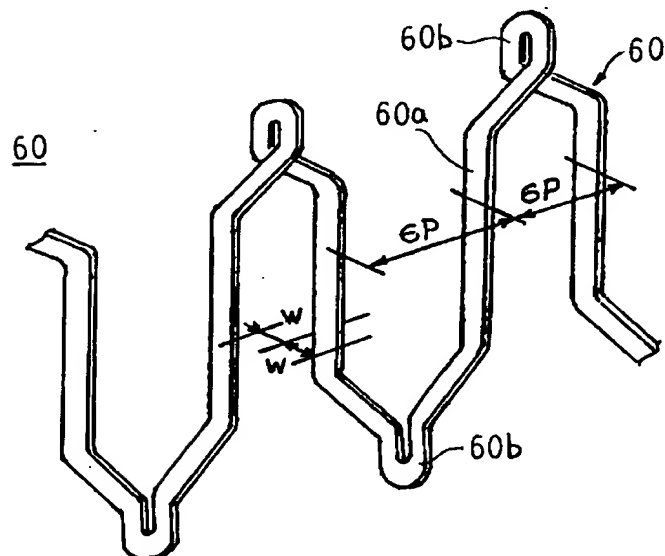
- | | |
|---------------|---------------|
| 1 6 C : 固定子巻線 | 4 2 C : ティース部 |
| 4 0 C : 固定子 | 4 3 C : 基部 |
| 4 1 C : 固定子鉄心 | 4 4 C : スロット |

【図 1 4】

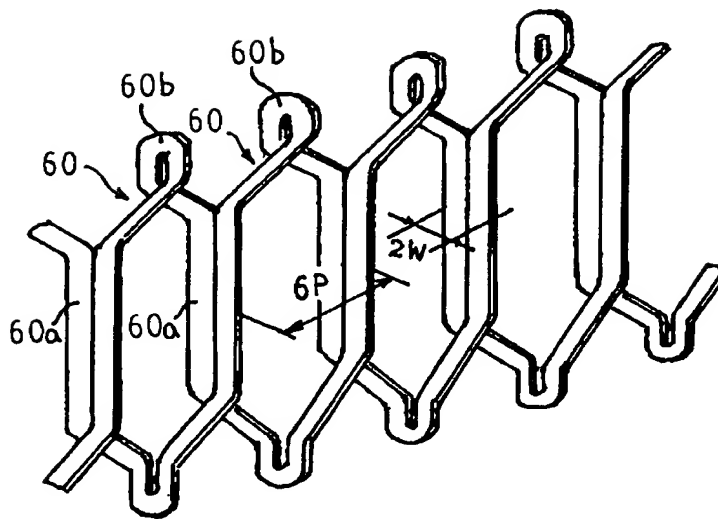


6 0 : 連続導体線 (電気導体) 1 0 0 C : 通風路

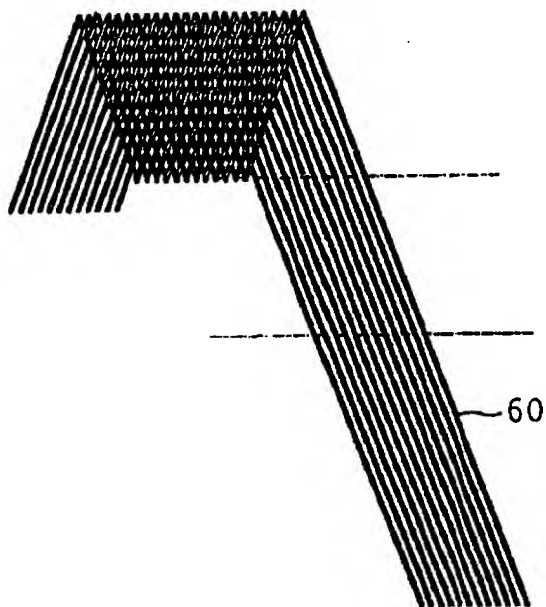
【図 1 5】



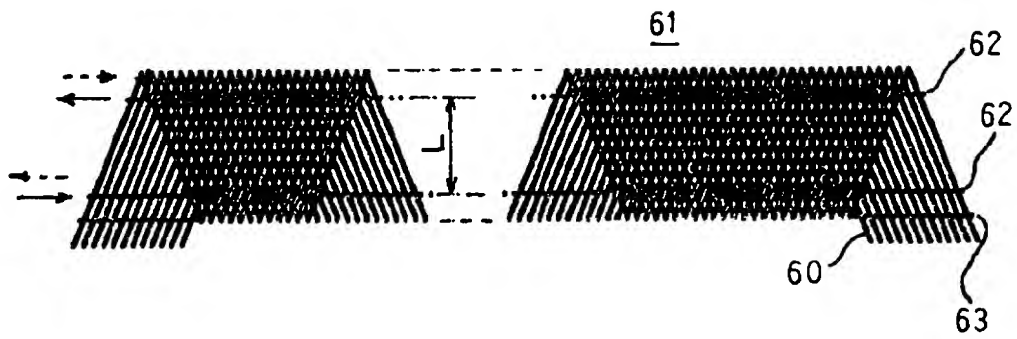
【図 1 6】



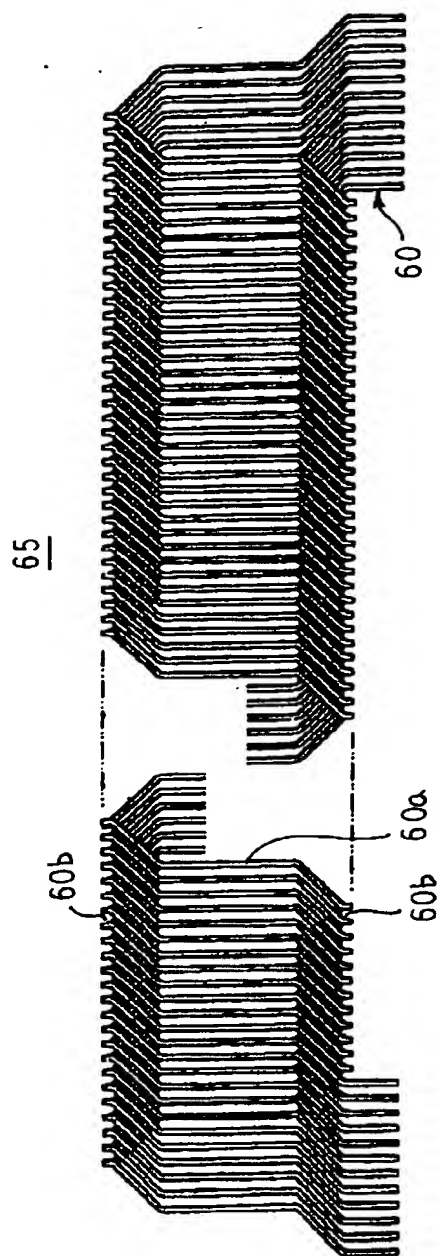
【図 1 7】



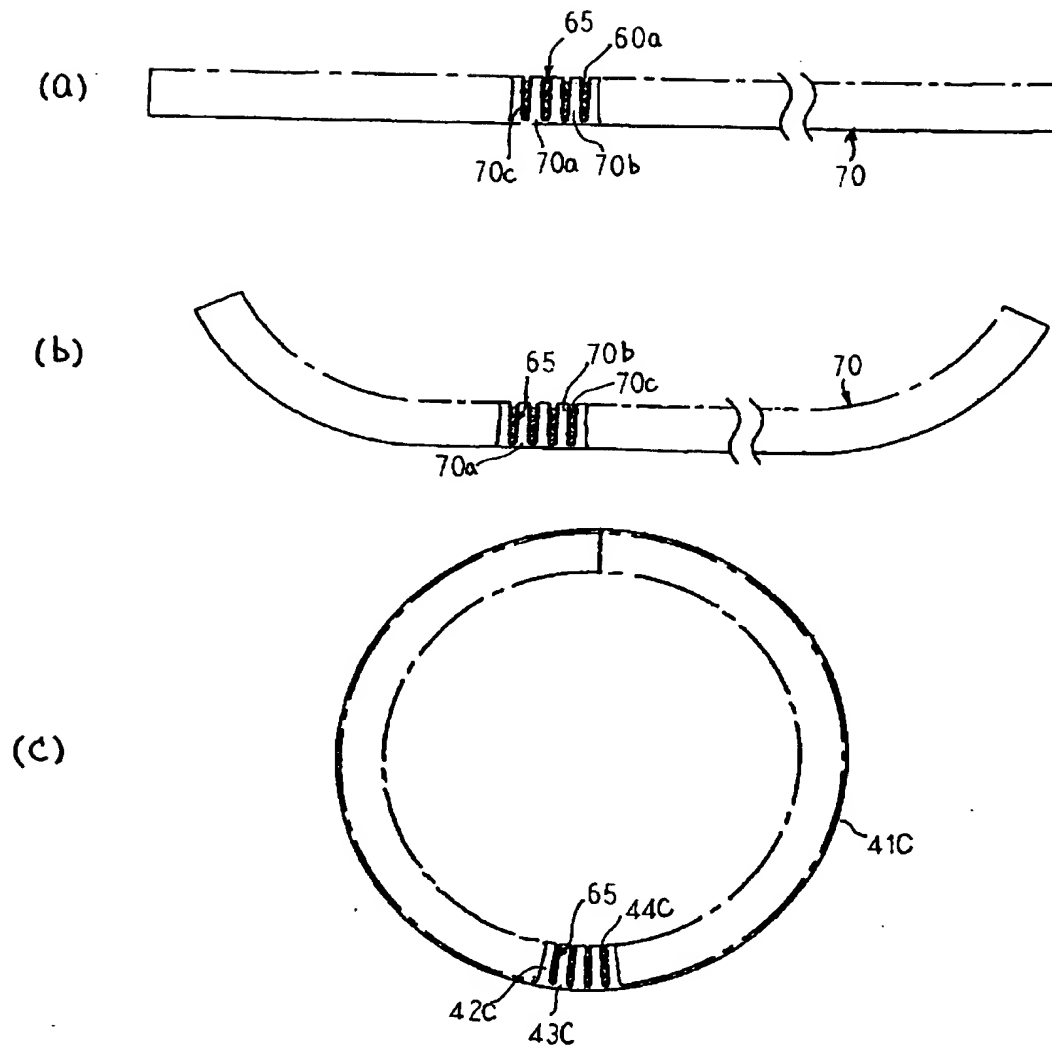
【図 1 8】



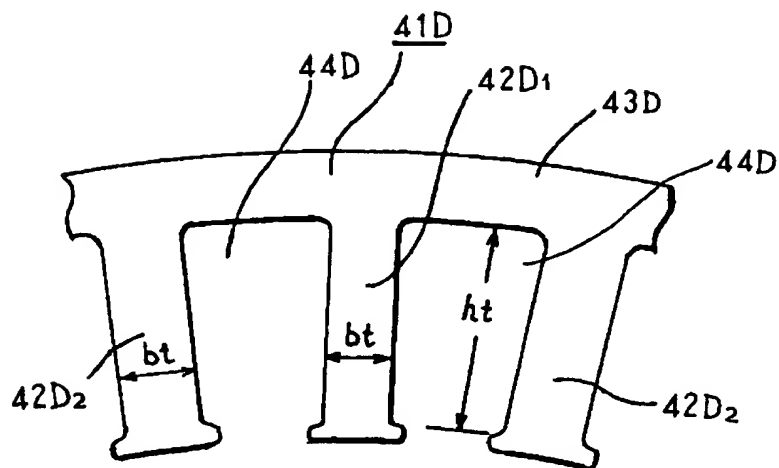
【図 1 9】



【図 2 0】

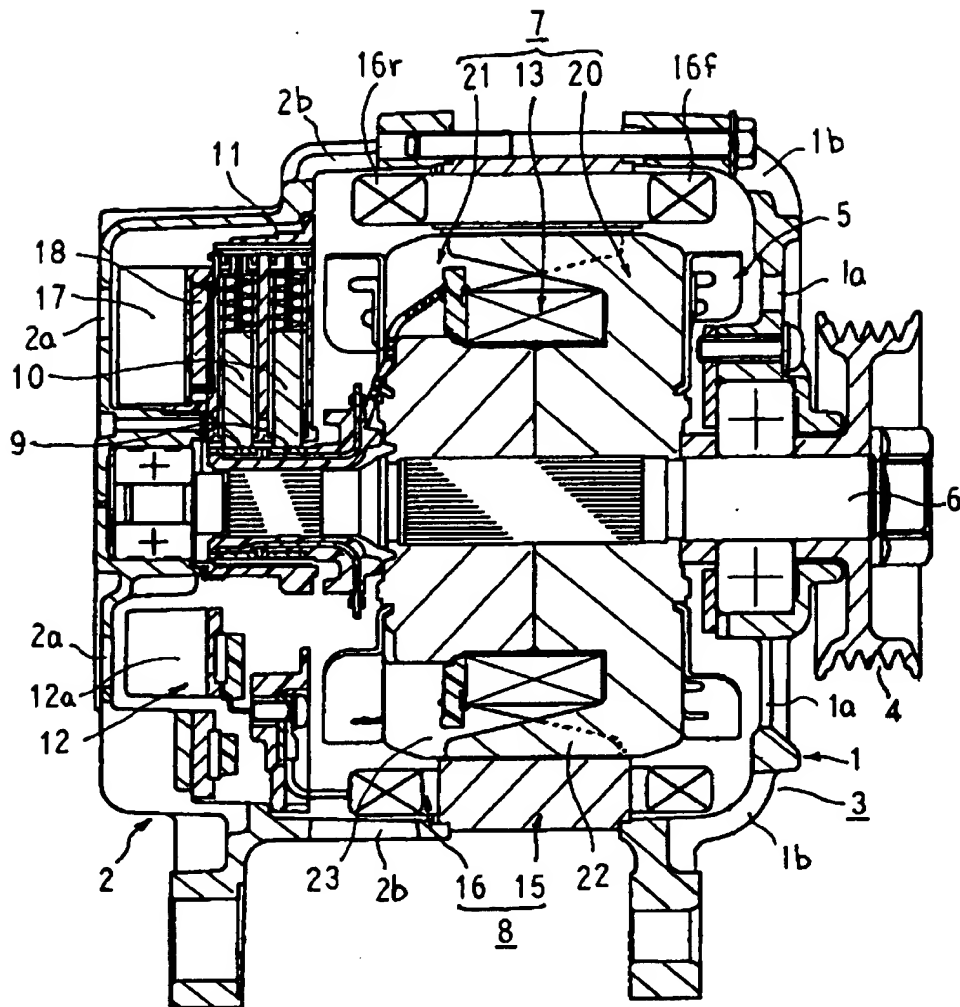


【図 2 1】

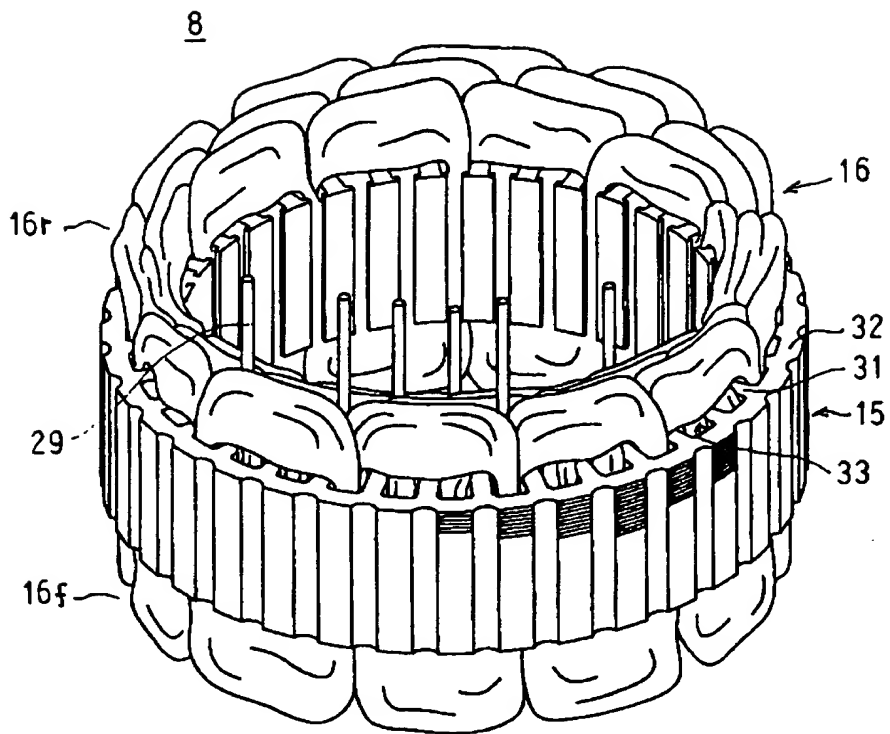


4 1 D : 固定子鉄心 4 3 D : 基部
4 2 D₁, 4 2 D₂ : ティース部 4 4 D : スロット

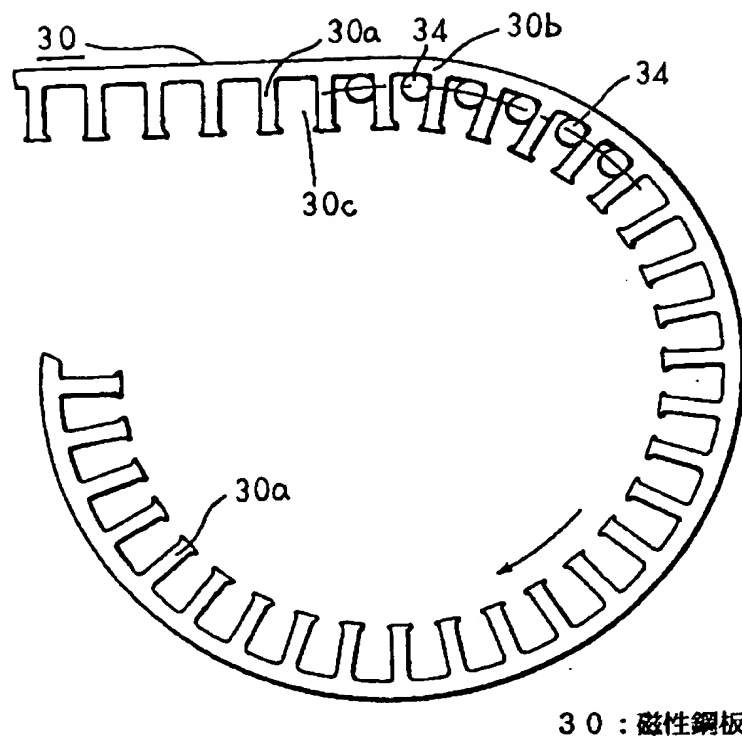
【図 2 2】



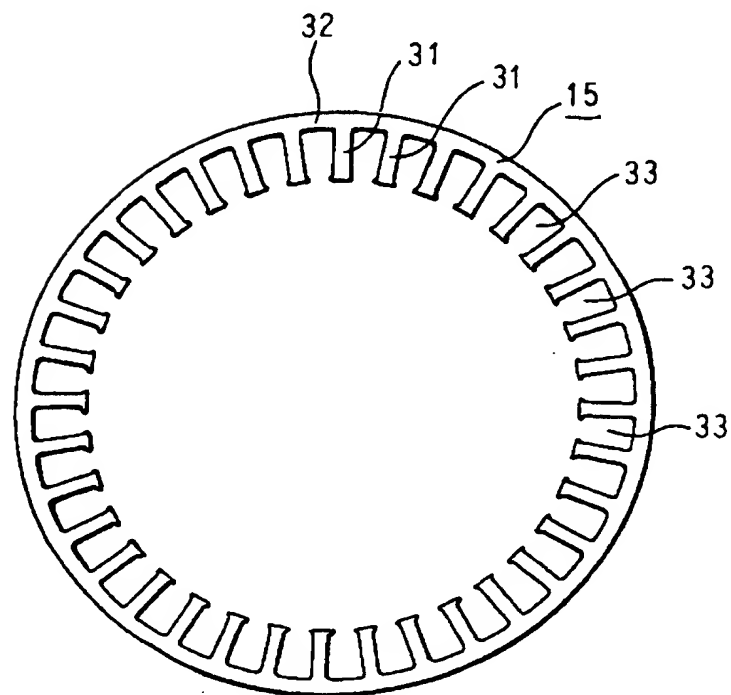
【図 2 3】



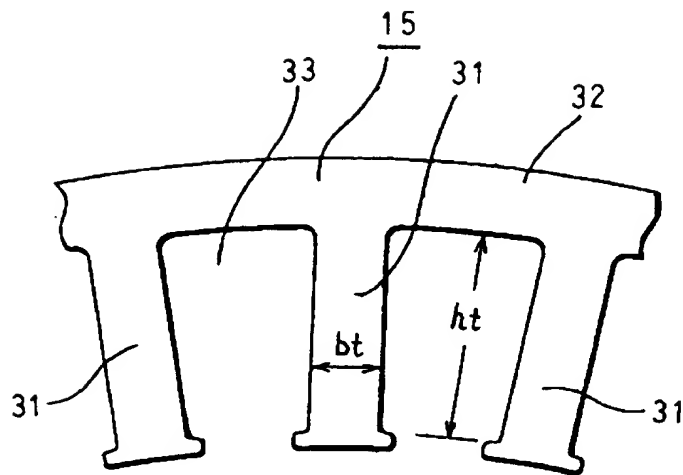
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、固定子の温度上昇を抑えることができる車両用交流発電機を得る。

【解決手段】 固定子鉄心 4 1 のティース部 4 2 の幅 b_t と軸方向長さ h_t とが、 $0.15 < b_t / h_t < 0.4$ を満足するように形成されている。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社